

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

**UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE**



## **Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Biologie

Spécialité : Alimentation Humain et Qualité des Produits

### **Thème**

**Etude comparative de la qualité  
microbiologique des viandes locales fraîches et  
des viandes importées conditionnées sous vide**

**Présenté par :**

Mlle HAFRAD Thanina

**Dirigé par :**

Mme OUALI-ABDOUNE S.

Maitre assistante classe A

UMMTO

**Devant le jury :**

Président : Mme HELLAL Z.

Maitre assistante classe A

UMMTO

Examineur : Mlle DERMECHE S.

Maitre assistante classe A

UMMTO

Examineur : Mr TITOUCHE Y.

Maitre assistant classe A

UMMTO

**Promotion 2015-2016**

## **Remerciements**

*« La science est bonne car elle s'acquière au fil du temps, c'est pour cela que l'homme depuis sa création cherche toujours l'excellence, mais cela ne doit pas l'amener à ignorer celui qui est au dessus de tout : le créateur ».*

*Je remercie le dieu le seigneur du monde qui ne m'a jamais abandonné, pour la santé et la volonté qu'il m'a donné pendant toutes ces années d'études.*

*Je souhaite remercier en premier, ma promotrice Mme OUALI-ABDOUNE Samia maitre assistante chargée de cours, UMMTO, pour avoir bien voulu diriger ce travail. Je lui exprime ici toute ma reconnaissance pour sa gentillesse et sa disponibilité.*

*Je voudrais remercier sincèrement Mme HELLAL Zohra maitre assistante chargée de cours, l'UMMTO, pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de cette soutenance.*

*Sincères remerciement vont à Monsieur TITOUCHE Yacine Maître assistant chargé de cours, UMMTO, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que nous a fait Mlle DERMECHE Samia maitre assistante à l'UMMTO, d'avoir bien voulu siéger au jury de soutenance.*

*Mes remerciements les plus sincères sont adressés également à Mlle MALKI Ouiza, chef de service assurance qualité au niveau de laboratoire vétérinaire régional de DBK, Tizi Ouzou, je lui exprime ici toute ma reconnaissance pour ses conseils constructifs, sa gentillesse et sa disponibilité.*

*Je remercie également les ingénieurs du laboratoire commun de microbiologie de la faculté UMMTO, de m'avoir appris un savoir faire, ils ont été pour moi présents.*

*Ma reconnaissance va également à tout le personnel de l'abattoir de Tirmitine, Mr OUAKED A. les ouvriers ainsi que les vétérinaires.*

*A tous ceux qui m'ont aidé et que je n'ai pas pu citer,  
Remerciements chaleureux.*

## *Dédicaces*

*La réalisation de ce modeste travail est un véritable défi pour moi. Ce mémoire n'aurait pas pu être ce qu'il est, sans le soutien et la participation de plusieurs personnes chères à mon cœur.*

*Je le dédie*

*A ma mère et mon père*

*Pour les efforts et les sacrifices consentis à mon égard. Que l'Eternel vous accorde une longue vie afin que puissiez jouir des fruits de vos efforts.*

*A ma seule et unique mignonne sœur Miliza*

*Qui me fait souvent remonter le morale avec ces blagues. Que ce modeste travail soit une référence pour toi.*

*A mes amies intimes*

*Haine Lyasmine, Rekkal Melisa, Chakour Nora. Sans vous je serai perdu !  
Merci.*

*A mes chères amies*

*Lynda M. Rafika B. Dihia R. pour leur soutien moral.*

*A toute la promo d'Alimentation Humaine et Qualité des produits.*

*2015-2016*

*A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

# SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale.....01

## I-Première partie : synthèse bibliographique

### Chapitre I : Filière viande bovine

1-La production de la viande bovine.....	02
1-1-La production de la viande bovine dans le monde .....	02
1-2-La production de la viande bovine en Algérie.....	02
1-3-Importation de la viande bovine en Algérie.....	03
2-La consommation de la viande bovine.....	04
2-1-La consommation de la viande bovine dans le monde .....	04
2-2-Consommation de la viande bovine en Algérie.....	05

### Chapitre II : Généralité sur la viande

1-Définition .....	06
2- Caractéristiques de la viande .....	06
2-1-Anatomie et morphologie musculaire.....	06
2-2-Structure histologique de la viande .....	06
2-2-1-Tissu conjonctif .....	06
2-2-2-Le tissu musculaire.....	07
2-2-3-Le tissu adipeux.....	08
3-Composition biochimique de la viande.....	08
3-1-Eau.....	08
3-2-Protéines .....	09
3-3-Lipides et acides gras.....	09
3-4-Glucide.....	09
3-5-Minéraux et oligoéléments .....	09
3-6-Vitamines.....	09
4-Abattage et transformation du muscle en viande .....	09
4-1-abattage .....	10
4-2-Evolution du muscle en viande.....	10
4-2-1-Phase de pantelance .....	11
4-2-2-Rigidité cadavérique.....	11
4-2-3-Maturation .....	11
5-Les critères d'appréciation de la qualité de la viande bovine .....	12
5-1-Qualité organoleptique .....	12
5-1-1-Tendreté.....	12
5-1-2-La couleur.....	13
5-1-3-La saveur .....	13
5-1-4-La jutosité.....	13

5-2-Qualité technologique.....	14
5-2-1-qualité pour la transformation .....	14
5-2-2-La qualité pour la conservation .....	14
5-3-Qualité hygiénique.....	14
5-4-Qualité nutritionnelle .....	14

### Chapitre III : Microbiologie de la viande

1-Origine de la contamination de la viande.....	15
1-1- Origine exogène.....	15
1-2-Origine endogène.....	15
2-Les facteurs d'altération de la viande .....	16
3-Caractéristiques des principaux germes contaminant la viande .....	16
3-1-Flore saprophyte .....	16
3-1-1-La flore aérobie mésophile.....	16
3-1-2-Levures et moisissures .....	16
3-2-La flore pathogène .....	17
3-2-1-Salmonelle.....	17
3-2-2- <i>Staphylocoques aureus</i> .....	17
3-2-3- <i>Clostridium perfringens</i> .....	17
3-2-4- <i>Listeria monocytogenes</i> .....	18
3-2-5-Campylobacter .....	18
3-2-6- <i>Escherichia coli</i> entérohémorragiques (EHEC) .....	18
4-Conséquences d'évolution des microorganismes sur la viande.....	18
4-1-Les conséquences sur la qualité technologique .....	18
4-2-Conséquence sanitaire .....	19
5-Conservation de la viande .....	19
5-1-Réfrigération.....	19
5-1-1-Intérêts de la réfrigération des viandes.....	20
5-1-2-Modification de la viande provoquée par la réfrigération.....	20
5-2-Conservation sous vide.....	20
5-2-1-Intérêt de la conservation sous vide .....	20
5-2-2-Système d'emballage sous vide.....	21
5-2-3-Durée de conservation des viandes emballées sous vides.....	21
5-2-4-Les principales altérations des viandes emballées sous vide .....	21
5-2-5-Qualités organoleptiques des viandes conditionnées sous vide .....	22

### Chapitre IV : Les risques sanitaires liés à la consommation de la viande

1-Risques microbiologiques.....	23
1-1-Les toxi-infections alimentaires.....	23
1-1-1-Salmonellose .....	23
1-1-2-Le syndrome hémolytique et urémique (SHU) .....	24
1-1-3-Listériose .....	24
1-1-4-Campylobactérioses .....	25

1-2-Les intoxications.....	25
1-2-1-Intoxication par les <i>Staphylococcus aureus</i> .....	25
1-2-2-Intoxication causée par les <i>Clostridium perfringens</i> .....	25
1-3- Zoonoses .....	26
1-4-Maladies parasitaires .....	26
1-5-Maladies virales .....	26
2-Risques chimiques .....	26
2-1-Les substances les plus fréquemment citées en viande bovine .....	27
2-1-1-Les médicaments vétérinaires .....	27
2-1-1-1-Les antibiotiques .....	27
2-1-1-2-Les hormones et les anabolisants.....	27
2-1-2-Les additifs alimentaires.....	28
2-1-3-Les contaminants environnementaux.....	28
2-1-3-1-Les produits chimiques agricoles .....	28
2-1-3-2-Les métaux lourds.....	28
3-Viande et autres maladies .....	28

## Deuxième partie : Partie Expérimentale

### Chapitre I : Matériels et méthodes

1-Objectif de l'étude.....	29
2-Matériels d'étude .....	29
2-1-Pour les analyses microbiologiques.....	29
2-2-Pour le prélèvement .....	29
3-Méthodes .....	30
3-1- Echantillonnage .....	30
3-1-1- Le prélèvement des échantillons .....	30
3-2- Le transport des échantillons .....	30
3-3- Traitement de l'échantillon avant l'analyse.....	30
3-4-Analyse microbiologique .....	31
3-4-1--Préparation des milieux de culture.....	31
3-4-2-Préparation des dilutions décimales .....	31
3-4-3-Ensemencement et incubation.....	31
3-4-4-Dénombrement de la Flore Mésophile Totale (FMAT) .....	31
3-4-5-Dénombrement des coliformes fécaux (CF) .....	32
3-4-6-Dénombrement des levures et moisissures (LM) .....	32
3-4-7-Dénombrement des <i>streptocoques fécaux</i> .....	33
3-4-8-Recherche et dénombrement des <i>staphylocoques aureus</i> .....	35
3-4-9-Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C .....	38
3-4-10-Recherche des salmonelles.....	40
3-5-Méthode d'analyse statistique .....	41
3-6-Questionnaire de l'étude .....	41
3-7-Méthodes d'interprétation des résultats.....	41

## Chapitre II : résultats et discussions

1- La viande locale .....	45
1-1-Flore mésophile aérobie totale (FMAT) .....	45
1-2-Les Coliformes fécaux (CF).....	47
1-3-Levure et moisissures (LM) .....	50
1-4- <i>Streptocoques fécaux</i> (SF) .....	51
1-5- <i>Staphylococcus aureus</i> .....	53
1-6-Anaérobies sulfito-réducteur à 46°C (ASR à 46° C).....	56
1-7-Salmonelle .....	58
2-La viande importée .....	60
2-1-Flore mésophile aérobie totale (FMAT) .....	60
2-2-Coliformes fécaux (CF) .....	62
2-3-Levure et moisissure (LM) .....	64
2-4- <i>Streptocoque fécaux</i> (SF) .....	64
2-5- <i>Les Staphylococcus aureus</i> .....	66
2-6-Anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C (ASR 46°C).....	67
2-7-Salmonelles.....	69
I-3-Appréciation de la qualité microbiologique globale des deux types de viandes étudiées.	71

Conclusion

Recommandation et propositions d'amélioration

Références bibliographiques

Annexes

## LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
<b>Tableau I</b>	Les différentes catégories de protéine de viande (VIALA, 2005).	<b>9</b>
<b>Tableau II</b>	Les critères microbiologiques définis par le JORA pour les viandes de boucherie	<b>42</b>
<b>Tableau III</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne±écart-type et seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement de la FMAT au niveau de la viande locale	<b>45</b>
<b>Tableau IV</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des CF au niveau de la viande locale.	<b>48</b>
<b>Tableau V</b>	La moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des LM au niveau de la viande locale.	<b>50</b>
<b>Tableau VII</b>	La moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des SF au niveau de la viande locale.	<b>52</b>
<b>Tableau VIII</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne ± écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des <i>S.aureus</i> au niveau de la viande locale.	<b>54</b>
<b>Tableau IX</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne±écart-type et seuils minimal et maximal des résultats de dénombrement des ASR 46°C au niveau de la viande locale	<b>56</b>
<b>Tableau X</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne±écart-type, le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement de la FMAT au niveau de la viande importée.	<b>60</b>
<b>Tableau XI</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des CF au niveau de la viande importée.	<b>62</b>
<b>Tableau XII</b>	La moyenne ± écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des LM au niveau de la viande importée.	<b>64</b>
<b>Tableau XIII</b>	La moyenne, écart-type et seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des Streptocoques fécaux au niveau de la viande importée.	<b>66</b>
<b>Tableau XIV</b>	La moyenne ± écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des <i>S.aureus</i> au niveau de la viande importée.	<b>67</b>
<b>Tableau XV</b>	Les critères microbiologiques, la moyenne ± écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des ASR à 46°C au niveau de la viande importée.	<b>68</b>

## LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	Production de viande bovine dans différents pays du monde (FAO, 2009).	<b>2</b>
<b>Figure 2</b>	Importation de la viande bovine en Algérie (Douane algérien des statistiques, 2012).	<b>3</b>
<b>Figure 3</b>	Evolution prévisible de la consommation de la viande bovine dans le monde (FAO, 2009).	<b>4</b>
<b>Figure 4</b>	Evolution de la consommation mondiale moyenne de viande bovine par personnes, de 1964 à 2030 (FAO, 2010).	<b>5</b>
<b>Figure 5</b>	Trame conjonctive du muscle (Institut de l'élevage, 2006).	<b>7</b>
<b>Figure 6</b>	Ultra structure du sarcomère (CHERET ,2005)	<b>7</b>
<b>Figure 7</b>	Illustration schématique des dépôts de gras en fonction de l'âge de l'animal (Institut de l'élevage, 2006).	<b>8</b>
<b>Figure 8</b>	Diagramme des étapes d'abattage.	<b>10</b>
<b>Figure 9</b>	Technique de dénombrement en milieu solide (en profondeur) (ISO 7218).	<b>32</b>
<b>Figure 10</b>	Schéma simplifiant la méthode de dénombrement des streptocoques fécaux par la technique de tube multiple (en milieu liquide).	<b>34</b>
<b>Figure 11</b>	Schéma simplifiant la technique de dénombrement des <i>S.aureus</i> .	<b>36</b>
<b>Figure12</b>	Confirmation de la présence des <i>S.aureus</i> par le test de coagulase on utilisant le plasma de lapin.	<b>37</b>
<b>Figure 13</b>	Staphylocoque catalase+	<b>38</b>
<b>Figure 14</b>	Staphylocoque catalase-	<b>38</b>
<b>Figure 15</b>	Schéma simplifiant la technique de recherche et dénombrement des ASR à 46°C.	<b>39</b>
<b>Figure 16</b>	Schéma simplifiant la méthode de recherche des salmonelles.	<b>40</b>
<b>Figure17</b>	Schéma d'un plan à 2 classes.	<b>41</b>
<b>Figure 18</b>	Schéma d'un plan à 3 classes.	<b>42</b>
<b>Figure 19</b>	Proportion des germes de contamination dans la viande locale (FMAT : Flore Mésophile aérobie totale ; CF : Coliformes fécaux ; LM : Levures et moisissures ; SF : Streptocoques fécaux ; <i>S aureus</i> : <i>staphylocoques aureus</i> ).	<b>44</b>
<b>Figure 20</b>	Proportion des germes de contamination dans la viande importée (FMAT : Flore Mésophile aérobie totale ; CF : Coliformes fécaux ; LM : Levures et moisissures ; SF : Streptocoques fécaux ; <i>S aureus</i> : <i>staphylocoques aureus</i> ).	<b>44</b>
<b>Figure 21</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par la FMAT en log UFC/ g.	<b>45</b>
<b>Figure 22</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction de la FMAT.	<b>46</b>

<b>Figure 23</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les CF en log UFC/ g.	<b>47</b>
<b>Figure 24</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des CF.	<b>49</b>
<b>Figure 25</b>	Niveaux de contaminations des échantillons de la viande locale par les LM en log UFC/ g.	<b>50</b>
<b>Figure 26</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les SF en log UFC/ g.	<b>51</b>
<b>Figure 27</b>	Confirmation de la présence de <i>Staphylocoques aureus</i> par le test coagulase	<b>53</b>
<b>Figure 28</b>	observation microscopique des <i>Staphylocoques aureus</i> après coloration de Gram.	<b>53</b>
<b>Figure 29</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les <i>S.aureus</i> en log UFC/ g.	<b>53</b>
<b>Figure 30</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des <i>S.aureus</i>	<b>55</b>
<b>Figure 31</b>	Niveaux de contaminations des échantillons de viande locale par les ASR 46°C en fonction de log UFC/g.	<b>56</b>
<b>Figure 32</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des ASR à 46°C.	<b>57</b>
<b>Figure 33</b>	Pourcentage des échantillons propres à la consommation en fonction de des salmonelles.	<b>58</b>
<b>Figure 34</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par la FMAT en log UFC/ g.	<b>60</b>
<b>Figure 35</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction de FMAT.	<b>61</b>
<b>Figure 36</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les CF en log UFC/ g.	<b>62</b>
<b>Figure 37</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des CF	<b>63</b>
<b>Figure 38</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les LM en log UFC/ g	<b>64</b>
<b>Figure 39</b>	Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les Streptocoques fécaux en log UFC/ g	<b>65</b>
<b>Figure 40</b>	Niveaux de contaminations de viande importée par les <i>S.aureus</i> en log UFC/ g.	<b>66</b>
<b>Figure 41</b>	Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des ASR.	<b>68</b>
<b>Figure 42</b>	Prévalence des salmonelles sur la viande importée.	<b>69</b>
<b>Figure 43</b>	Salmonelle sur milieu d'isolement SS après une durée d'incubation de 18h à 37 °C (photo originale).	<b>70</b>
<b>Figure 44</b>	Appréciation de la qualité microbiologique globale de la viande locale.	<b>71</b>
<b>Figure 45</b>	Appréciation de la qualité microbiologique globale de la viande importée.	<b>71</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>	<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>ACIA</b>	Agence Canadien d'Inspection des Aliments	<b>ISO</b>	Organisation Internationale de Normalisation
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation	<b>JORA</b>	Journal Officiel de la République Algérienne
<b>AGMI</b>	Acides Gras Mono Insaturés	<b>LMR</b>	Limites Maximale de Résidus
<b>AGPI</b>	Acides Gras Polyinsaturés	<b>NF</b>	Norme Française
<b>AGS</b>	Acides Gras Saturés	<b>NPP</b>	Nombre le Plus Probable
<b>ASR</b>	Anaérobies Sulfito-réducteurs	<b>OMSA</b>	Organisation Mondiale de la Santé animale
<b>aw</b>	Activité de l'eau	<b>Pb</b>	Plomb
<b>B3</b>	Niacin	<b>PCR</b>	Polymérase Chain Reaction
<b>B6</b>	Pyridoxine	<b>pH</b>	Potentiel d'Hydrogène
<b>B12</b>	Riboflavin	<b>PTT</b>	Purpura Thrombotique et Thrombocytopénique
<b>BHIB</b>	Bouillon cœur cervelle	<b>rH</b>	potentiel d'oxydoréduction
<b>CENEAP</b>	Centre National d'Etudes et d'Analyse pour la Population et le Développement	<b>S<sup>2-</sup></b>	Sulfure
<b>CNIS</b>	Centre National de l'Informatique et des Statistiques des Douanes	<b>SFB</b>	Sélinite F Broth
<b>DDT</b>	Dichlorodiphényltrichloroéthane	<b>SHU</b>	Syndrome Hémolytique Urémique
<b>DDE</b>	Dichlorodiphényldichloroéthylène	<b>SO<sup>2-</sup><sub>3</sub></b>	Sulfure d'Oxygène
<b>DES</b>	Diéthylsilbestol	<b>SS</b>	Salmonella Shigella
<b>EDTA</b>	Ethylène-diamine tétra acétique acide éditique	<b>tec</b>	tonnes d'équivalente carcasse
<b>ECHE</b>	Escherichia Coli Entérohémorragiques	<b>TIAC</b>	Toxi-infection Alimentaire Collectives
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization	<b>TSN</b>	Gélose Tryptone Sulfite Néomycine
<b>FMAT</b>	Flore Mésophile Aérobie Totale	<b>UE</b>	Union Européenne
<b>GC</b>	Gioliti Cantoni	<b>UFC</b>	Unité Formant Colonies
<b>GN</b>	Gélose nutritive	<b>VRBL</b>	Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis Critical Control Point	<b>WCRF</b>	World Cancer Research Fund

# *Introduction générale*

---

## Introduction générale

---

La viande bovine occupe une place importante dans notre régime alimentaire en raison de nombreux atouts dont elle dispose notamment sa richesse en protéine de haute valeur biologique et sa richesse en vitamines, minéraux et oligoéléments indispensables. A celle-ci s'ajoute un tonus émotif, aussi important que la composante nutritionnelle, la jutosité, la tendreté et la flaveur développée au cours de la cuisson en font de la viande une denrée irremplaçable.

La croissance démographique explosive en Algérie, s'accompagne d'une augmentation de la demande en viande et d'une production locale faible. Face à ce déficit, pour satisfaire une partie de la demande, l'état a décidé donc de recourir à l'importation de cette denrée. Chaque année, l'Algérie introduit sur le marché des tonnes de viandes congelées. Toutefois, comme l'image de ces viandes est médiocre, les ventes ont été limitées et une partie de la viande est toujours en stock. Des importations de viandes sous vide dont l'image qualité supérieure ont également été effectuées. De tradition, l'Algérie importe les viandes dans l'écrasante majorité à partir des pays d'Amérique du Sud (Argentine, Brésil) et de certains pays européens (France, Espagne). En 2010 le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a délivré des dizaines de dérogations sanitaires pour autoriser l'importation de viande bovine de l'Inde.

Malheureusement, la viande est une denrée hautement périssable, elle doit ce caractère à sa grande teneur en eau, et la prépondérance des nutriments tels que les protéines, les substances de faible poids moléculaires, tels que le glucose, les acides aminés libres et les peptides.

Bien que les muscles des animaux en bonne santé soient exempts de micro-organismes, la viande est potentiellement soumise à la contamination à partir d'une variété de sources, à l'intérieur et à l'extérieur de l'animal. Le froid semble le procédé presque parfait de la conservation des viandes. Une réfrigération associée à l'absence d'oxygène, constitue ce qu'on appelle un conditionnement sous vide, cette technique assure une qualité microbiologique irréprochable. Cependant, la viande associée à certains facteurs environnementaux offre un milieu idéal pour la prolifération d'une multitude gamme de micro-organismes, notamment la flore saprophyte et la flore pathogène.

Selon JAMES et al (2005), les *S. aureus*, *Aspergillus spp*, *Salmonella spp*, *Streptococcus spp.*, et *Escherichia coli* entérohémorragique ont été trouvés sur des viandes contaminées. Ces agents pathogènes font l'actualité sur le plan de la sécurité alimentaire dans presque tous les pays du monde avec des conséquences sur la santé humaine allant d'une intoxication alimentaire à la mort.

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité hygiénique des viandes bovines locales et importées mises sur le marché afin d'apprécier leurs risques sur la santé publique. Pour se faire, notre travail s'articule autour de trois parties. La première partie consiste en une synthèse bibliographique, dans laquelle des généralités sur la viande sont évoquées. La deuxième est consacrée à la méthodologie adoptée pour la réalisation de notre partie expérimentale. Les résultats et discussions sont représentés dans la troisième partie.

*Partie I*

*Synthèse Bibliographique*

---

*Chapitre I*  
*Filière viande bovine*

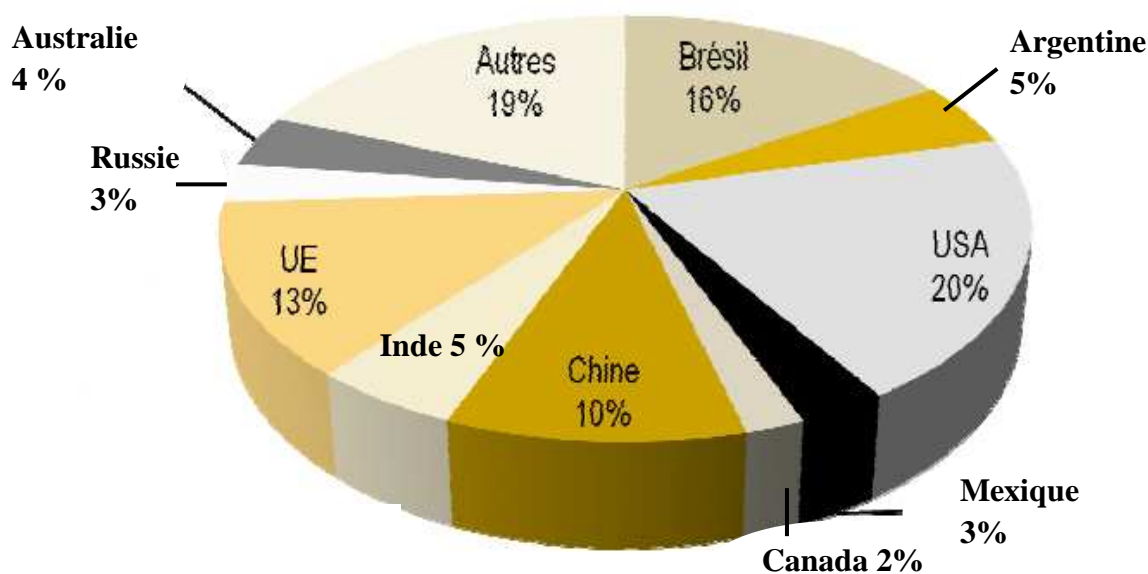
---

## 1-La production de la viande bovine

### 1-1-La production de la viande bovine dans le monde

Selon la FAO, plus de 66 millions de tec (tonne d'équivalente carcasse) de viande bovine ont été produites en 2010, Etats-Unis, UE, Brésil et la Chine représentent 59 % de l'offre mondiale (Figure 1).

La production mondiale de viande bovine va augmenter de 9,7 % entre 2007 et 2016. L'augmentation provient essentiellement des pays en développement (Institut de l'élevage, 2008). En effet, alors que dans tous les pays développés, la production semble s'effriter au cours de ces dernières années.



**Figure 1 :** Production de viande bovine dans différents pays du monde (FAO, 2009).

### 1-2-La production de la viande bovine en Algérie

La filière des viandes rouges en Algérie, reposent globalement sur les élevages bovins et ovins ainsi que, marginalement sur des élevages camelins et caprins dont les niveaux de production restent modestes (GREDAAL, 2004). La production nationale de viandes rouges en 2015 est estimée à 500.000 tonnes/an toutes espèces confondues (bovine, ovine, caprine et camélidé), dont 155.000 tonnes de viande bovine soit 31% de la globalité, selon les statistiques annoncés par le ministère de l'agriculture, qui a ajouté que l'Algérie va pouvoir réalisée de l'autosuffisance en matière des viandes rouges, à partir de 2019.

En termes de parts de marché, la viande bovine a perdu du terrain au profit des viandes blanches, principalement de la volaille. La substitution de la viande bovine par les viandes de porc et de volailles sur les deux dernières décennies résulte, d'une part, des prix, favorables aux viandes blanches et défavorables à la viande bovine, et d'autre part, d'une moindre diversification et d'une moindre qualification des produits bovins au stade de la consommation finale (LOSSOUAM, 2003).

1-3-Importation de la viande bovine en Algérie

Le prix de la viande bovine fraîche avait atteint 1 200 DA ces dernières années. Pour réguler le marché, l'État a décidé donc de recourir à l'importation de cette denrée et de casser ainsi les prix flambés.

En 2010, le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) a délivré des dizaines de dérogations sanitaires pour l'importation de 10 000 tonnes de viande bovine indienne afin de stabiliser les prix à l'occasion du mois de Ramadhan. C'est la première fois que l'Algérie, qui importe de la viande fraîche d'une dizaine de pays, autorise l'importation de viande de l'Inde.

Le volume total introduit sur le marché est estimé à 4 828 tonnes en 2012 avec 37 600 tonnes de viandes bovines congelées (dont 35 000 tonnes d'Inde pour des raisons de prix), contre 25 500 tonnes en 2011 et 28 200 tonnes en 2010. Comme l'image des viandes congelées est médiocre, les ventes ont été limitées et une partie de la viande est toujours en stock. Des importations de viandes fraîches (dont l'image qualité est très supérieure à celle des viandes congelées) ont également été effectuées, 4 707 tonnes de viandes bovines fraîches ont été importées en 2012 contre 3 758 t en 2011 et 1.329 t en 2010. Sur les 4.700 t importées jusqu'à juillet 2012, 3.700 ont été importées en muscles sous vide du Brésil (premier fournisseur de viande en Algérie), 533 t de France (contre 951 t en 2011) alors que l'Espagne qui avait exporté 73 t en 2011 en a exporté 427 t sur les 7 mois de 2012 (la France comme l'Espagne exportent en carcasses). Le Centre national de l'Informatique et des Statistiques des Douanes (CNIS) qui a avancé ces chiffres, précise que la viande fraîche importée est constituée de carcasses ou demi-carcasses de bovins et des morceaux de viande bovine non désossés (Figure 2).

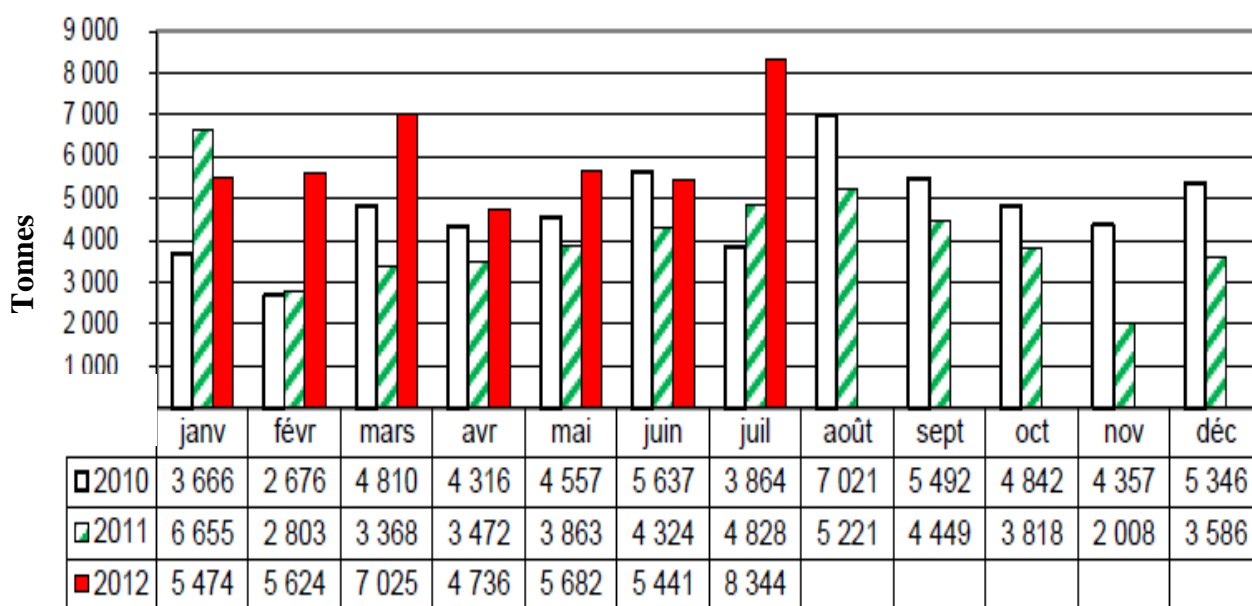


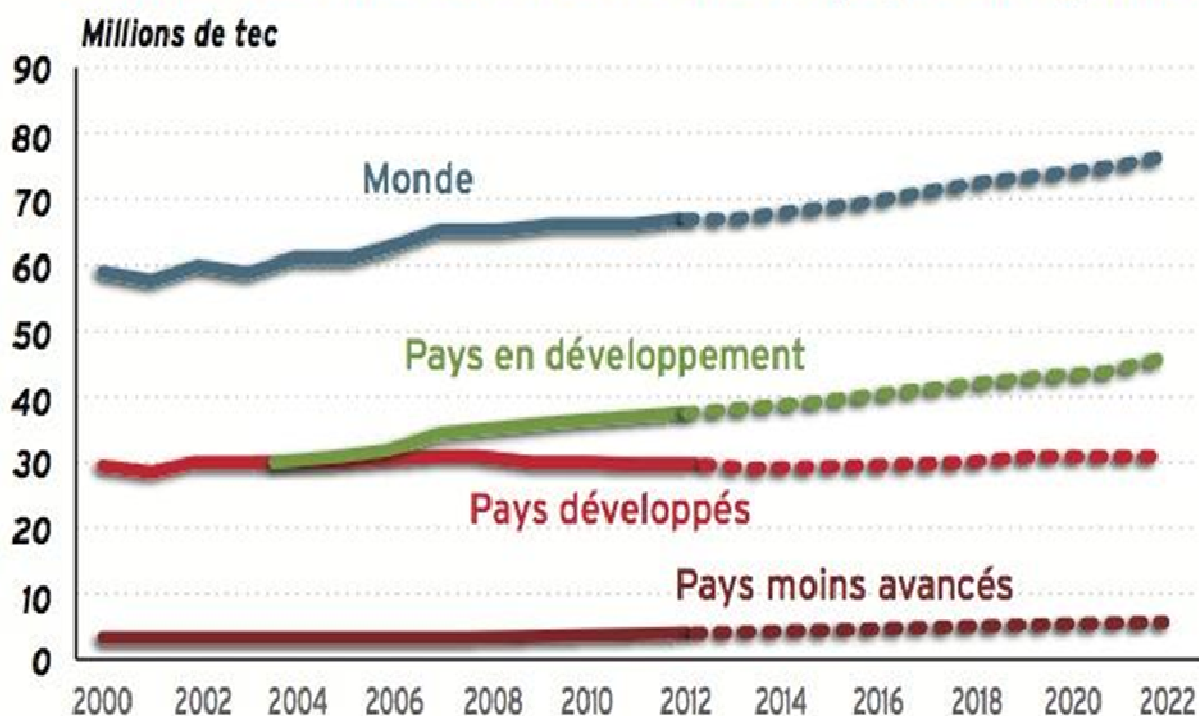
Figure 2 : Importation de la viande bovine en Algérie (Douane algérien des statistiques, 2012).

## 2-La consommation de la viande bovine

### 2-1-La consommation de la viande bovine dans le monde

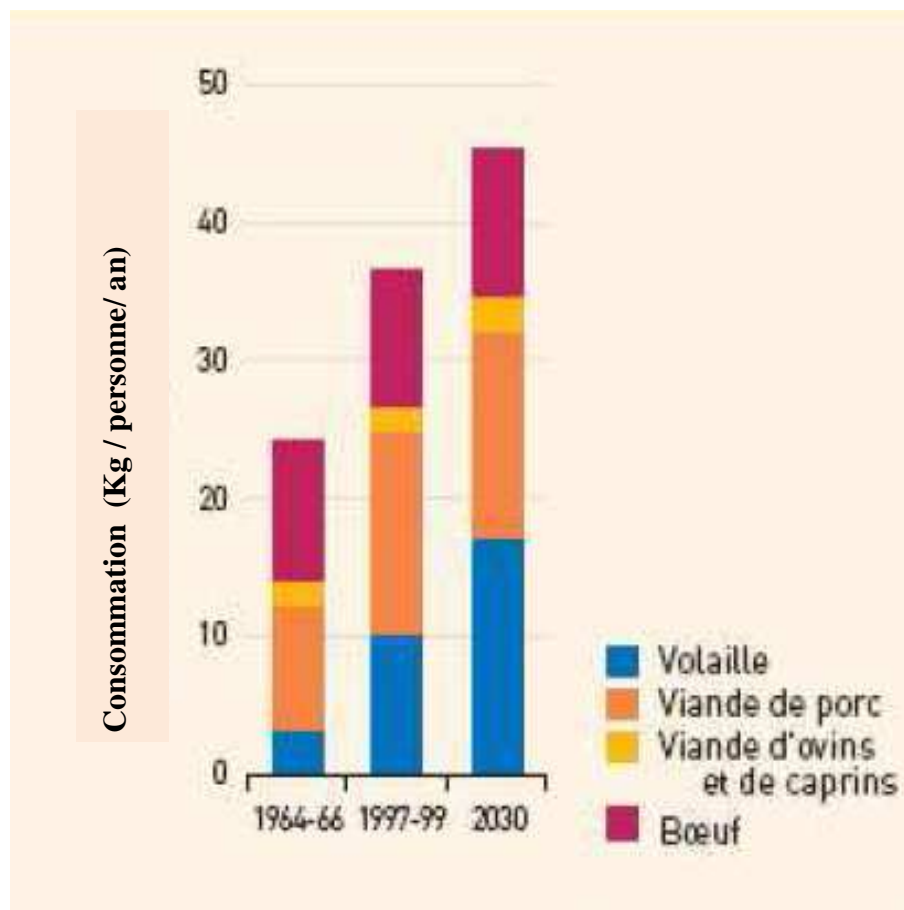
La consommation mondiale globale de viande a connu une augmentation remarquable au cours des récentes décennies, notamment depuis les années 90, sa progression a été même supérieure à la croissance démographique (FAO, 2009). Toutes les filières, y compris la filière bovine, ont ainsi bénéficiés de cette évolution positive malgré les crises sanitaires.

La consommation de viande bovine à tendance à augmenter dans les pays en développement, la croissance la plus forte de la consommation par habitant a été observée en Asie de l'Est et du Sud-est. En Chine notamment, la consommation de viande bovine par habitant a été multipliée par 3 durant les 10 dernières années (FAO, 2009) (Figure 3).



**Figure 3** : Evolution prévisible de la consommation de la viande bovine dans le monde (FAO, 2009).

Malgré ces évolutions différentes, la hiérarchie mondiale de la consommation individuelle de viande bovine n'a pas beaucoup changé. Avec 69,2 kg/an/habitant pour l'Argentine, l'Uruguay avec 54,6 kg, les Etats-Unis (41,2 kg), le Brésil (37,2 kg), l'Australie (34,7 kg), et le Canada (32,2 kg). L'union européenne avec 16,7 kg, se place toujours devant les pays africains, du Moyen-Orient (6,6 kg) et les pays de l'Asie de l'Est (=9 kg) (institut de l'Elevage, 2008). Il est certain que la consommation individuelle de viande bovine est fortement influencée par des facteurs religieux, sociologiques, culturels (traditions culinaires) et économiques (prix de la viande bovine relativement aux autres viandes) (BOUTONNET et SIMIER, 1995). Son évolution récente dans les pays en développement résulte surtout de la croissance de l'urbanisation et de la hausse des revenus par habitant dans ces pays.



**Figure 4 :** Evolution de la consommation mondiale moyenne de viande bovine par personnes, de 1964 à 2030 (FAO, 2009).

## 2-2-Consommation de la viande bovine en Algérie

En termes d'habitudes alimentaires, le marché Algérien est de prime abord un marché de consommation de viandes fraîches ovines et bovines ; les viandes camelines et caprines étant marginalement consommées notamment dans les régions du sud du pays.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) recommandent une consommation moyenne de 20 kilos par personne et par an dont 12 kilos de viandes rouges, l'Algérie n'a pas encore atteint ce seuil minimal recommandé en raison du problème de l'offre et de la demande.

Chaque Algérien consomme en moyenne 14 kg de viandes rouges par an. Ce chiffre a été donné lors d'une conférence-débat sur « la production animale (viande rouge) en Algérie ». La consommation de viande bovine en Algérie est faible en comparaison aux standards mondiaux, elle varie entre 50 et 100 Kgs/habitant/an, dans certains pays elle dépasse les 100 Kgs/ habitant/an (ANONYME 1), et cela pour des raisons des prix flambés de cette denrée qui devient de plus en plus inaccessible pour de nombreux Algériens.

*Chapitre II*  
*Généralités sur la viande*

---

## **1-Définition**

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA), la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal. Le terme «animal», dans ce contexte, désigne «tout mammifère ou oiseau».

Au fin de la directive 64/433/CEE relative aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché de viandes, on entend par la viande fraîche des viandes n'ayant subi aucun traitement, autre que celui par le froid, de nature à assurer leur conservation ;

## **2- Caractéristiques de la viande**

### **2-1-Anatomie et morphologie musculaire**

Le muscle strié est le constituant principal des carcasses des animaux de boucherie. Une carcasse de bovin est composée de 105 muscles différents (COIBION, 2008). Il existe une grande variabilité entre les muscles. Ainsi, 19 muscles représentent ensemble moins de 0.1% de la masse musculaire totale, alors que 2 autres représentent 13% de la masse. La composition varie d'un muscle à un autre. Ainsi la teneur en collagène et la quantité de graisse intramusculaire diffèrent.

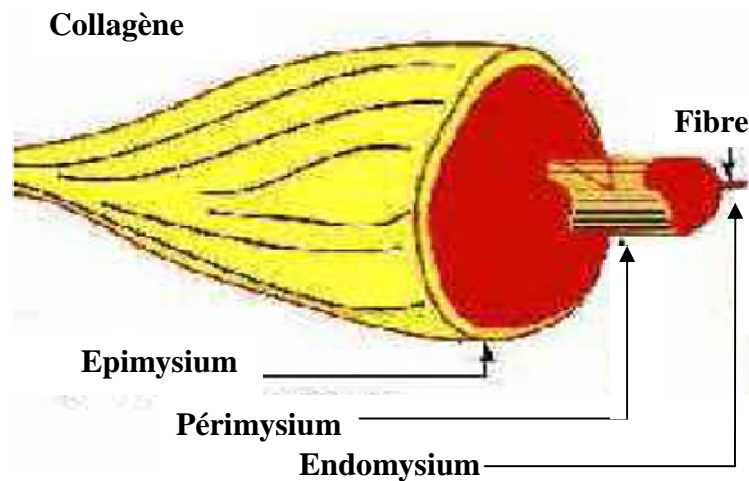
### **2-2-Structure histologique de la viande**

Le muscle squelettique est un tissu très différencié et hautement spécialisé. Il représente 40 % du poids vif de l'animal, il est constitué de différents tissus tels que les fibres musculaires, le tissu conjonctif, le tissu adipeux, les vaisseaux sanguins et les nerfs (El RAMMOUZ, 2005). Sa composition dépend de l'espèce, de la race, du sexe, de l'âge, de l'alimentation et de l'entretien des animaux (DIARRA, 2007). La connaissance de la structure de ces tissus est donc indispensable à la compréhension des mécanismes responsables du déterminisme des qualités de la viande.

#### **2-2-1-Tissu conjonctif**

Les fibres musculaires sont groupées en faisceaux, séparées les unes des autres par une trame conjonctive complexe où domine le collagène, et qui est plus ou moins structurée selon les muscles et les animaux. La trame du tissu conjonctif représente l'armature interne du muscle. L'élastine et la réticuline sont les autres composantes majeures du tissu conjonctif (GEAY *et al.*, 2002).

Trois types d'enveloppes conjonctives se différencient : une gaine de tissu conjonctif entourant chaque fibre musculaire (l'endomysium), une gaine entourant un groupe de fibres musculaires (le périmysium) et enfin une gaine enveloppant l'ensemble du muscle et qui se prolonge par les tendons (l'epimysium) (Figure 5).

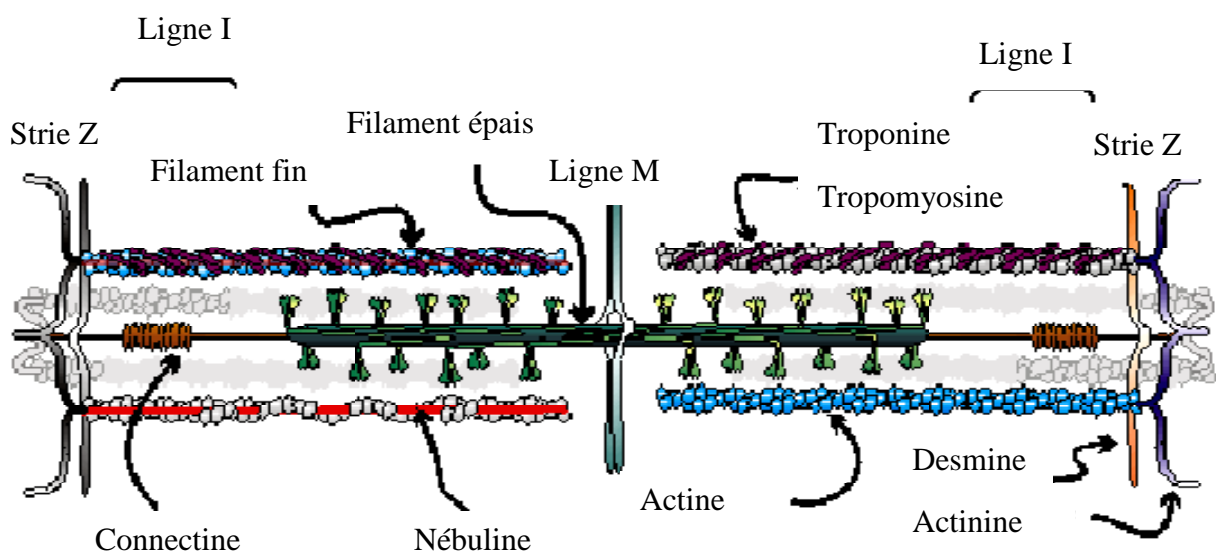


**Figure 5:** Trame conjonctive du muscle (Institut de l'élevage, 2006).

### 2-2-2-Le tissu musculaire

Le tissu musculaire constitue la principale composante quantitative et qualitative de la viande; sa quantité varie selon l'espèce animale (DIARRA, 2007). Ce tissu représente jusqu'à 60% du poids de la carcasse. L'unité de base du tissu musculaire est la fibre musculaire, constituée de myofibrilles, du réticulum sarcoplasmique et du sarcoplasme. Les myofibrilles contiennent un appareil contractile fait de filaments protéiques de différentes natures. L'organisation myofibrillaire présente une différenciation axiale régulière lui donnant l'aspect d'une série de disques ou de bandes alternées. Les bandes les plus claires sont partagées en leur milieu par une ligne sombre, la strie Z. L'intervalle entre deux stries Z est considérée comme l'unité histologique et fonctionnelle de la myofibrille, c'est le sarcomère.

Ce sarcomère est composé de filaments épais (myosine) occupant la portion centrale, autour d'eux, sont disposés des filaments plus fins (actine). La contraction musculaire est assurée par le glissement des filaments d'actine par rapport aux filaments de myosine, au sein d'un sarcomère, qui se traduit par un raccourcissement de celui-ci et donc de la contraction de la fibre (PICARD *et al.*, 2003) (Figure 6).



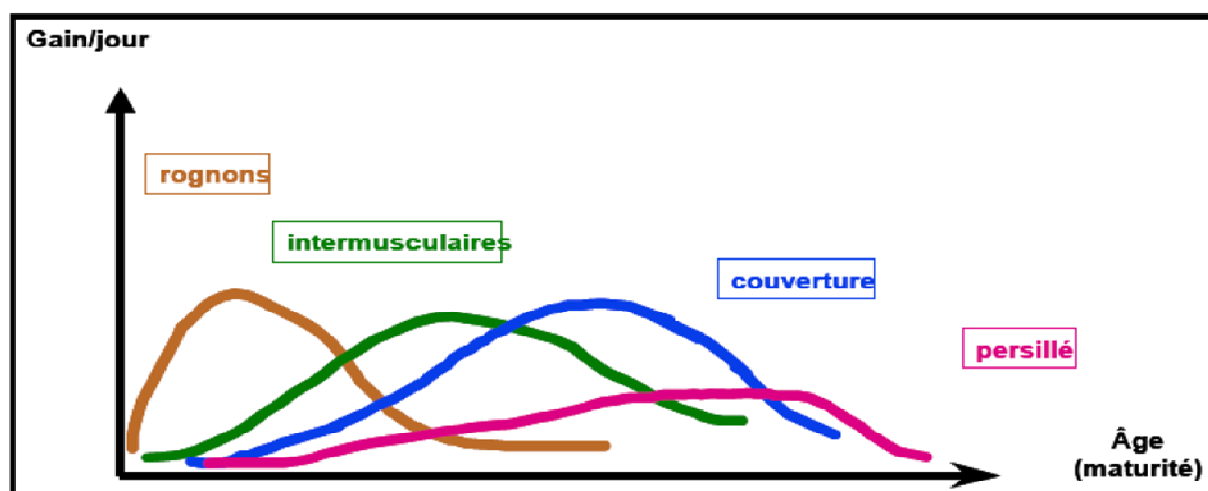
**Figure 6 :** Ultra structure du sarcomère (CHERET, 2005)

### 2-2-3-Le tissu adipeux

Le tissu adipeux constitue le principal organe de stockage d'énergie permettant d'assurer un équilibre entre les besoins de l'animal et les apports alimentaires. Ce tissu se développe dans différents sites anatomiques. Selon la localisation on distingue : les gras internes, externes, intermusculaires et intramusculaires (BAS *et al.*, 2001).

Les gras internes sont les gras visibles à l'intérieur de la carcasse entourant les rognons (gras péri-rénal) ou ceux tapissant les cavités thoracique (grappé) et pelvienne (gras de bassin) ; les gras externes encore appelés « gras de couverture » sont constitués des dépôts adipeux présents en surface de la carcasse ; les dépôts intermusculaires ou le marbré, sont situés entre les muscles. Enfin, les dépôts intramusculaires situés dans les muscles et constituent ce qu'on appelle « le persillé » de la viande.

Cependant, tous les gras de l'animal ne se déposent pas en même temps, les gras internes s'installent en premier, suivis des gras intermusculaires et sous-cutanés, le gras intramusculaire est le gras le plus tardif (figure 7).



**Figure 7:** Illustration schématique des dépôts de gras en fonction de l'âge de l'animal (Institut de l'élevage, 2006).

## 3-Composition biochimique de la viande

La détermination de la composition chimique de la viande vise à fournir un certain nombre de paramètres aux consommateurs concernant l'aspect diététique de la viande rouge. Le muscle constitue la partie la plus nourrissante de la viande rouge, il est composé d'eau, de protéines, de lipides, de glucides, de vitamines et de minéraux et d'oligoéléments tels que le fer, le zinc et le sélénium (BAUCHART *et al.*, 2008). Cependant cette composition est variable suivant les animaux et selon les différents muscles d'un même animal.

### 3-1-Eau

Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10% sous forme liée (COIBION, 2008).

### 3-2-Protéines

La viande renferme en moyenne 20% de protéines. Elles sont caractérisées par leur richesse en acides aminés indispensables, notamment en acides aminés soufrés. On distingue plusieurs catégories, comme cela est indiqué dans le (Tableau I).

**Tableau I** : Les différentes catégories de protéine de viande (VIALA, 2005).

Groupes	Teneur /Caractéristiques	Exemples
Protéines de la chair musculaire	Environ 60% des protéines de la viande font partie de ces protéines fibreuses	Myosine, Actine, les protéines de strie Z
Protéines du jus de viande	Elles constituent le sarcoplasme. Leur part aux protéines est de 35%. Elles font partie des protéines globulaires hydrosolubles	Enzyme, Myoglobine, hémoglobine
Protéines du tissu conjonctif	Elles font partie des protéines fibreuses, insolubles dans l'eau. Leur part aux protéines de la viande est de 5-6% selon le morceau	Collagène, l'élastine, réticuline

### 3-3-Lipides et acides gras

Le muscle squelettique est composé d'environ 5 % de lipides (KEETON et EDDY, 2004), la fraction lipidique est présentée sous forme de triglycérides et de phospholipides. Selon EVRAT-GOERGEL (2005), la composition en acides gras de la viande est de :

- 45 à 55 % d'acides gras saturés (AGS): acides gras palmitique et stéarique principalement
- 40 à 45 % d'acides gras monoinsaturés (AGMI) : majoritairement acide oléique
- 5 à 15 % d'acides gras polyinsaturés (AGPI) : majoritairement acide linoléique.

La qualité lipidique est en fonction de l'espèce, de l'alimentation et du parage du morceau (VIRLING, 2003).

### 3-4-Glucides

Les viandes sont pauvres en sucres; la fraction glucidique ou le glycogène dans le muscle est d'environ 2% qui se trouvent essentiellement sous la forme de granules de glycogène mais également, après la mort de l'animal sous forme de ribose provenant de la dégradation de l'adénosine triphosphate (ATP) (JEANTET et *al*, 2007).

### 3-5-Minéraux et oligoéléments

La viande bovine contient en moyenne 4,1 µg de zinc/ 100 g de viande (EVRAT-GOERGEL, 2005) et contient en moyenne 2,2 µg de fer/ 100 g (SOUCHEYRE, 2008) et apporte en moyenne 8,9 µg / 100 g de sélénium (INTERBEV, 2005).

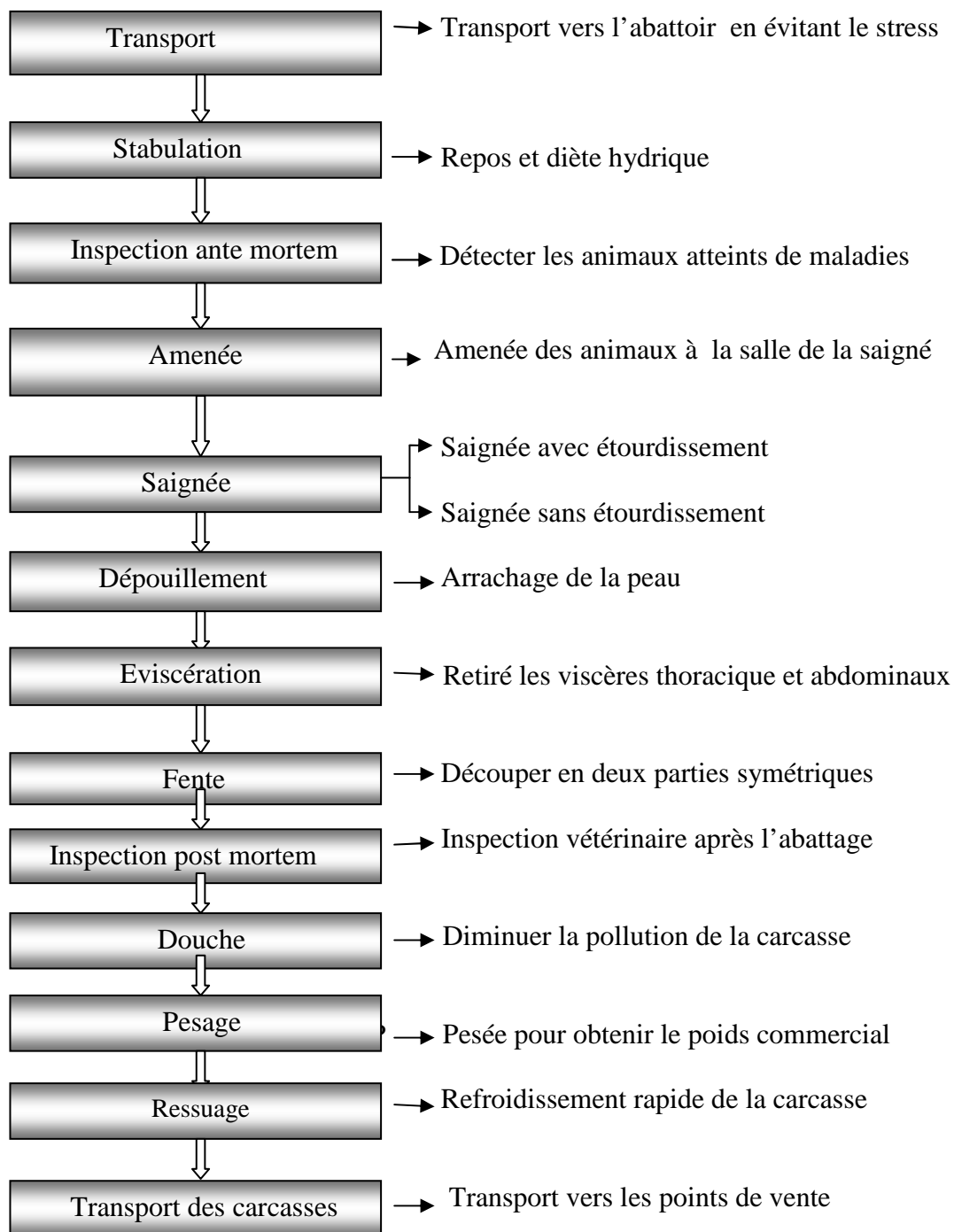
### 3-6-Vitamines

La viande est une excellente source de vitamine en particulier les vitamines B6 (Pyridoxine), B3 (Niacine) et B12 (Riboflavine). D'après EVRAT-GOERGEL, (2005), la viande bovine apporte en moyenne 4 µg / 100g de vitamine B3 et 0,38 µg / 100g de vitamine B6, elle contient en moyenne 2,2 µg / 100g de vitamine B12.

## 4-Abattage et transformation du muscle en viande

### 4-1-Abattage

L'abattoir est le siège d'activités diverses, dont le but principal est d'obtenir à partir d'animaux vivants sains, des carcasses dans les conditions d'efficacité techniques, sanitaires et économiques les meilleures possibles. L'abattage implique plusieurs opérations dont les principales sont indiquées dans le diagramme ci-dessous



**Figure 8 :** Diagramme des étapes d'abattage.

**4-2-Evolution du muscle en viande**

Après l'abattage, le muscle est le siège de nombreuses transformations qui conditionnent largement les qualités finales de la viande. Chronologiquement, on distingue trois phases (LUDOVIC, 2008).

**4-2-1-Phase de pantelance**

La phase de pantelance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption du courant sanguin, on observe une succession de contractions et de relaxations musculaires. En effet, le muscle continue de vivre. La durée de cette phase n'excède pas 30 minutes.

Durant cette phase, on observe un épuisement des réserves énergétiques, puis une mise en place de la glycolyse anaérobie. Selon CHARLES et *al* (2003), l'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque une baisse du pH qui passe de 7 à 5,5.

**4-2-2-Rigidité cadavérique**

L'installation de la rigidité cadavérique (ou rigor mortis) est directement perceptible sur la carcasse, la musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'épuisement du composé qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et qui par ailleurs fournit l'énergie nécessaire au travail musculaire, qui est l'ATP (CHARLES et *al.*, 2003).

**4-2-3-Maturation**

La phase de maturation débute directement après l'installation de la rigidité cadavérique. Cette phase va durer une à trois semaines durant lesquelles, la viande est réfrigérée à +4 °C afin de limiter le développement des germes de surface sans affecter la cinétique des changements biochimiques dans le muscle. La maturation de la viande est nécessaire, elle a pour but d'amollir les fibres musculaires et rend la chair plus tendre et plus aromatique avec diminution de la jutosité. Lors de l'abattage, un animal stressé ou malade ne donnera que rarement de la bonne viande qui influera négativement sur la maturation de celle-ci (VAUTIER et *al.*, 2005).

La vitesse de la maturation varie en fonction de la température, des micro-organismes et de la déshydratation superficielle de la viande (DIARRA, 2007), donc elle est accélérée par la chaleur, et prend moins de temps à l'air libre qu'en chambre froide.

Il s'agit d'une phase de dégradation enzymatique des protéines et des lipides du muscle. Pendant la maturation, on assiste à une résolution de la rigidité cadavérique qui découle de la lyse des protéines constituant la structure myofibrillaire (TERLOUW, 2002). L'effet de la maturation sur le tissu conjonctif (collagène) est faible. Néanmoins, la dégradation du collagène au cours de la maturation, bien que faible, n'est pas négligeable. La viande devient significativement tendre après 10 jours de maturation (HUGHES et *al.*, 2000).

## 5-Les critères d'appréciation de la qualité de la viande bovine

Selon LUDOVIC (2008), la qualité se définit comme l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites.

VAUTIER (2005), ajoute que pour le consommateur, la qualité d'un aliment peut être définie à partir d'un certain nombre de caractéristiques, à savoir :

- la qualité nutritionnelle ;
- la qualité hygiénique ;
- la qualité technologique ;
- les qualités organoleptiques.

### 5-1-Qualité organoleptique

Les qualités organoleptiques des viandes regroupent les propriétés sensorielles à l'origine des sensations de plaisir associées à leur consommation. La qualité sensorielle de la viande est déterminée par sa couleur, sa flaveur, sa jutosité et sa tendreté. Chez le bovin, ces caractéristiques varient selon le type génétique, l'âge, le sexe des animaux, la conduite de la production (niveau énergétique et protéique de la ration alimentaire, vitesse de croissance, utilisation du pâturage, apports en vitamine E) (CLINQUART *et al.*, 2000).

#### 5-1-1- Tendreté

La tendreté est le critère de qualité le plus recherché par le consommateur notamment lors de l'appréciation gustative de la viande bovine. Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication (OUALI *et al.*, 2006). La tendreté est souvent mal maîtrisée et sujette à de fortes variations, les deux principales sources de variations de la tendreté proviennent de la structure conjonctive et de la structure myofibrillaire (OURY *et al.*, 2007).

- Structure conjonctive, ce tissu est souvent associé à ce qu'on appelle la dureté de base d'une viande, car il ne subit pas de modification importante lors des phases post mortem. Plus une viande contient de collagène, plus elle est dure. L'influence du collagène sur la tendreté d'une viande est en fonction de deux paramètres : sa quantité et son degré de solubilité.
- Structure myofibrillaire, en se contractant après la mort, les myofibrilles conduisent à l'installation de la rigidité cadavérique. Leur dégradation progressive lors de la maturation sous l'action des enzymes contenues dans le muscle, est la principale responsable de l'attendrissement de la viande.

**5-1-2- La couleur**

La couleur détermine l'aspect visible de la viande fraîche, et à ce titre elle est l'une des principaux facteurs d'appréciation et de choix pour le consommateur (GIRAUD, 2007). Elle est la résultante de quatre composantes dont les deux premières expliquent la couleur du produit frais et les deux dernières, son évolution lors de sa conservation (MOEVI et *al.*, 2007) :

1- composante quantitative, c'est-à-dire la quantité de pigment rouge dans le muscle. La myoglobine est le principal pigment qui détermine la saturation de la couleur (rouge vif ou terne, grisâtre). En présence d'oxygène, la myoglobine de couleur pourpre peut être oxygénée et se transformer en oxymyoglobine donnant cette pigmentation rouge vif. En l'absence d'oxygène comme pour le conditionnement sous vide, la myoglobine s'oxyde pour se transformer en metmyoglobine et produit une couleur brune indésirable ;

2- composante structurelle de la couleur, liée à la structure physique du muscle et en particulier à son degré d'acidification (pH) qui modifie la couleur de la viande (rouge plus ou moins clair) ;

3- composante qualitative, relative à la forme chimique de la myoglobine qui évolue au cours du temps, en effet l'oxydation progressive de ce pigment au contact de l'air fait perdre à la viande sa belle couleur rouge vif. D'autres éléments tels que la teneur en gras intramusculaire, ou encore l'eau en surface sont susceptibles d'interférer avec la couleur de la viande et ainsi modifier l'impression colorée ;

4- composante bactériologique, liée au développement de bactéries en surface de la viande et à de possibles interactions avec le pigment qui peut également altérer sa couleur (teint brun, vert...).

**5-1-3-La flaveur**

La flaveur de la viande est le résultat de la sollicitation de deux sens, le goût et l'odorat. Elle est donc formée à la fois des saveurs (perçues au niveau de la langue) et des arômes (perçus au niveau des voies rétro-nasales). Elle dépend de plusieurs composés chimiques qui sont libérés au cours de la cuisson (COIBION, 2008). Selon VIERLING (2008), il existerait plus de 650 composés chimiques volatils (composés soufrés, alcools, esters, hydrocarbures aliphatiques, etc....) ou non volatils (comprennent les nucléotides, certains acides aminés, la créatinine) responsable des impressions olfactives et gustatives de la viande.

**5-1-4-La jutosité**

La jutosité ou succulence est l'aptitude de la viande à rendre du jus à la mastication, c'est donc la quantité d'eau que la viande a conservé à l'issue de la cuisson. On distingue la jutosité initiale ou jutosité primaire, quantité du suc musculaire qui s'écoule dans la bouche aux premières mastications, et la jutosité finale ou seconde, jutosité engendrée par la salivation stimulée par le gras contenu dans la viande. La jutosité exprime le bon pouvoir de rétention d'eau qui caractérise l'eau libre de la viande par différence à l'eau liée qui représente 10% du total en eau contenu dans la viande. Plus le pouvoir de rétention augmente, plus la jutosité est importante. Au cours de la cuisson, les pertes en eau peuvent aller de 15% pour les viandes grillées, à 30% pour les viandes rôties, voir 40% pour les viandes bouillées (PEACHY et *al.*, 2002 ; PASCUA et *al.*, 2013).

**5-2-Qualité technologique**

D'après MONIN (1991), Les caractéristiques technologiques représentent l'aptitude de la viande à la conservation et à la transformation :

**5-2-1-qualité pour la transformation**

Le pH, La nature et la proportion du collagène sont les principaux paramètres qui déterminent les possibilités d'utilisation de la viande comme matière première pour la fabrication des produits de charcuterie.

**5-2-2-La qualité pour la conservation**

Le pH, aw, rH, l'activité protéolytique, l'activité lipolytique et la teneur en acides gras insaturés sont les paramètres qui déterminent la durée de conservation de la viande. Il faut toutefois ne pas négliger la charge microbienne initiale et les potentialités des microorganismes présents dans la viande (LEBRET et *al*, 2002).

**5-3-Qualité hygiénique**

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, pesticide), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien (COIBION, 2008).

**5-4-Qualité nutritionnelle**

La valeur nutritionnelle d'un aliment donné peut se définir par sa teneur en éléments répondant aux différents besoins métaboliques de l'organisme, matériaux de construction des tissus, éléments fournisseurs d'énergie, facteurs d'utilisation indispensables pour assurer la réalisation des réactions biochimiques au niveau des cellules.

D'après SALIFOU et *al* (2013), la viande représente l'un des aliments les plus importants d'une alimentation équilibrée. En raison de nombreux atouts dont elle dispose notamment sa richesse en protéine de haute valeur biologique, à savoir qu'elle comprend tout les acides aminés essentiels, elle représente de ce fait une excellente source nutritive.

## *Chapitre III*

# *Microbiologie de la viande*

---

La viande est l'une des denrées les plus périssables, sa composition est idéale pour la croissance d'une vaste gamme de microflore (MAYR et *al.*, 2003). Il s'agit de bactéries et de champignons microscopiques, de virus et des parasites. Selon CARTIER (2007), la contamination par les germes pathogènes n'apparaît que rarement.

## 1- Origine de la contamination de la viande

Les sources de contaminations microbiennes de la viande sont diverses et d'importance inégale, selon l'origine de la contamination, les microorganismes peuvent être endogènes ou exogènes (GOUDIABY, 2005).

### 1-1-Origine exogène

Les contaminations exogènes ont lieu après l'abattage à travers des sources de contaminations diverses; les équipements utilisés pour chaque opération, la peau et les poils des animaux, le contenu du tube digestif, l'eau de lavage des carcasses, les installations physiques, l'air et surtout les vêtements et les mains du personnel (TESFAY et *al.*, 2014).

D'après SUDHAKAR et *al* (2009), le plancher de la vente au détail ainsi que le véhicule utilisé pour le transport de la viande de l'abattoir à la vente au détail agissent comme des sources externes pour la contamination de la viande.

Les bactéries saprophytes à l'origine de la contamination exogène de la viande, appartiennent aux genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcaceae* (80% des cas), puis viennent les *entérobactéries* et *Flavobactéries* (61% des cas). Enfin sont cités en ordre décroissant de 40 à 10% ; *Bacillus*, *Microbactérium*, *Lactobacillus*, *Sarcina*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebactérium* (FOURNAUD, 1982). On peut également trouver des champignons appartenant au genre *Penicillium*, *Mucor* et *Sporotrichum Alternaria*.

### 1-2-Origine endogène

Les microorganismes contaminants proviennent de l'animal à partir duquel la viande est produite, c'est-à-dire la viande est déjà contaminée avant que l'animal soit abattu. Les appareils digestifs et respiratoires et le cuir des animaux sont des réservoirs à microorganisme. Ces éléments constituent les principales sources de contamination des carcasses (CARTIER, 2004). D'après NDIAYE (2002), la contamination de la viande peut se faire par les microorganismes ci-après :

- *Mycobacterium tuberculosis* ;
- *Brucella abortus bovi* ;
- *Bacterium anthrax* ;
- *Tenia sangitana*.

## 2-Les facteurs d'altération de la viande

La croissance des bactéries est influencée par un grand nombre de facteurs, lesquels selon (BRUCKNER et *al.*, 2012) peuvent être divisés en 4 groupes :

- 1/-Les facteurs intrinsèques, qui sont une expression des propriétés physiques et chimiques des produits alimentaires eux-mêmes (activité de l'eau par exemple, la structure du tissu musculaire, la teneur initiale en bactéries présentes sur la surface de la viande, la valeur du pH et la teneur en nutriments);
- 2/-Les facteurs extrinsèques, à savoir des conditions de stockage (par exemple la température de stockage, la composition de l'atmosphère et la disponibilité de l'oxygène);
- 3/-Les facteurs de transformation et de conservation (méthodes physiques ou chimiques de traitement de viandes);
- 4/-Les facteurs implicites, qui sont le reflet des effets synergiques ou antagonistes entre les bactéries.

A ces facteurs s'ajoutent d'autres facteurs liés à la conduite hygiénique des opérations d'abattage notamment l'éviscération et le dépouillement, et au degré de la saigné; la flore intestinale de l'animal, l'état de stress avant l'abattage; techniques de refroidissement des carcasses ; efficacité des opérations de nettoyage et de désinfection du matériel; la santé et la propreté vestimentaire du personnel... tous ces facteurs jouent un rôle dans le degré de contamination des viandes.

## 3-Caractéristiques des principaux germes contaminant la viande

La viande, par sa composition et ses caractéristiques physico-chimiques (activité de l'eau, pH), associées à certains facteurs environnementaux constitue un bon milieu de développement des micro-organismes. Cette microflore de contamination comprend essentiellement les germes saprophytes et test d'hygiène et éventuellement une flore pathogène responsable des maladies.

### 3-1-Flore saprophyte

Cette flore banale est la plus fréquente. Elle n'engendre pas de maladie ou d'intoxication alimentaire. Cependant, selon FASANMI et *al* (2010), si la contamination dépasse certains niveaux, elle affecte négativement la qualité organoleptique et nutritionnelle de la viande et réduit ainsi la durée de vie de celle-ci. On y retrouve la flore mésophile totale, les levures et les moisissures.

#### 3-1-1-La flore aérobie mésophile

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies (BONNEFOY et *al.*, 2002). Il s'agit des germes aérobies pouvant se multiplier dans des conditions ambiantes à 30 °C et ne constituant pas une famille bactérienne particulière. Parmi les bactéries saprophytes isolées des viandes, nous pouvons citer par ordre d'importance les *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus* ; il y a ensuite les *Entérobactéries* et *Flavobacterium* et enfin, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, *Clostridium* et *E. Coli*.

### 3-1-2-Levures et moisissures

A coté des bactéries on décèle aussi sur les viandes des levures et des moisissures saprophytes. Parmi les levures on trouve les genres *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Candida*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Debaryomyces*. Quant aux moisissures on identifie trois genres, *Penicillium*, *Cladosporium* et *Rhizopus* ; à ceux là, on peut ajouter les genres *Mucor*, *Thamnidium*, *Geotrichum*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Sporotrichum* et *Alternaria*. Cependant, selon DOYLE (2007), la croissance des levures et des moisissures est essentiellement lente sur la viande fraîche par rapport aux bactéries, Par conséquent, elles ne sont pas composante majeure de la flore d'altération.

### 3-2-La flore pathogène

Les germes pathogènes qui contaminent les viandes et responsables de toxi-infections alimentaires sont en général *Salmonella ssp*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella* et récemment *E.coli* entérohémorragique ou *E.coli O157 : H7* (DENNAI et al., 2000).

#### 3-2-1-Salmonelle

Les salmonelles appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*, genre regroupant de petits bacilles Gram négatif habituellement mobiles par des cils péritriches, mais des mutants immobiles peuvent exister. Ces bactéries sont aéroanaérobies facultatives, oxydase négative et nitrate réductase positive. Elles sont mésophiles, capables de se développer à des températures comprises entre 5,2 °C et 47 °C et de manière optimale entre 35 et 37 °C, à des pH compris entre 4,5 et 9 et une aw supérieure à 0,93 (FOSSE et al., 2004).

#### 3-2-2-Staphylocoques aureus

*Staphylococcus aureus* est un germe de la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de cocci à coloration de Gram positive, mesurant 0,5 à 1 µm de diamètre souvent disposé en grappe, non sporulé, coagulase positive. Cette espèce fait partie des bactéries aéroanaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile capable de se multiplier entre 4 °C et 46 °C, de manière optimale à 37 °C, pour un pH allant de 5 à 9, avec un optimum de 7,2 à 7,6 et une aw de 0,86. Ce germe est halophile et xérophile, car il se développe même en présence de sel et du sucre et survit dans les aliments déshydratés, sa croissance est possible jusqu'à une concentration de 18 % en sel en aérobiose (BAILLY et al., 2012 ).

#### 3-2-3-Clostridium perfringens

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

100 °C et produisent l'entérotoxine qui est responsable des intoxications alimentaires (CAVALLI *et al.*, 2003; FOSSE *et al.*, 2004).

### 3-2-4-*Listeria monocytogenes*

Bacille à Gram+ ; cette bactérie a une croissance optimale entre 30 et 37°C. Toutefois, les *Listeria* sont des germes psychrophiles, et peuvent se multiplier à des températures comprises entre -2°C et +45 °C. *L. monocytogenes* se multiplie entre pH 4,5-9,6 avec un optimum de 7,1 à l'optimum thermique (PEARSON et MARTH, 1990). *Listeria* est capable de se multiplier à un optimum d'Aw de 0,97, mais elle peut se développer à une Aw de 0,94.

### 3-2-5-Campylobacter

Le genre *Campylobacter* est constitué de fins bacilles Gram négatifs incurvés en spirale, non sporulés, parfois en forme de S, d'une taille de 0,2 à 0,9 µm et de 0,5 à 5 µm de long (ASPC, 2012). *Campylobacter* a un métabolisme de type respiratoire et il est micro-aérophile. Certaines souches peuvent occasionnellement se multiplier dans des conditions d'aérobiose ou d'anaérobiose. Ils sont incapables d'oxyder ou de fermenter les sucres et ils sont oxydase positif (GHAFIR et DAUBE, 2007). Toutes les espèces de *Campylobacter* se multiplient à 37 °C, mais les *Campylobacter* thermophiles (*C. jejuni*, *C. coli* et *C. lari*) ont une meilleure croissance à 42 °C et ne se multiplient pas à une température inférieure à 25 °C.

### 3-2-6-*Escherichia coli* entérohémorragiques (EHEC)

Certaines souches d'*E. Coli* sont pathogènes pour l'homme, à l'exemple d'*Escherichia coli* entérohémorragique, dont le sérotype *E. coli* O157:H7 est le plus connu. Selon BAILLY *et al.* (2012), ce sérotype a un lien épidémiologique assez étroit avec le bœuf.

EHEC est un sérotype rare d'*E. Coli*, portage asymptomatique chez le bovin et excrété dans les matières fécales, produit des toxines (vérocytoxines) proches des toxines produites par *shigella dysenteriae* (toxine shiga-like). D'après l'ANSES (2011), EHEC sont des bactéries mésophiles, thermosensibles, et certaines souches sont plus résistantes aux pH acides, ce qui leur permet de survivre dans des produits carnés ou laitiers fermentés mais aussi de mieux résister à l'acidité gastrique.

## 4-Conséquences d'évolution des microorganismes sur la viande

La viande est très sensible aux contaminations microbiennes, la contamination peut avoir deux conséquences : une conséquence sanitaire due à l'ingestion de germes pathogènes et leurs toxines et une conséquence technologique due à la présence massive de la flore saprophyte responsable de la diminution de la vie commerciale et la valeur marchande de la viande (KOMBA *et al.*, 2012).

### 4-1-Les conséquences sur la qualité technologique

Les conséquences technologiques concernent l'évolution des caractères organoleptiques et des modifications biochimiques de la viande, ces modifications peuvent varier en fonction de l'association microbienne contaminant la viande, et les conditions dans lesquelles les viandes sont stockées (aérobie ou en anaérobiose, atmosphère humide ou sèche) ainsi que la composition et la teneur de celle-ci en acides gras. Selon BERKEL *et al.* (2004), les

principales formes de détériorations de la qualité de la viande sont de 3 types, une altération microbienne par les bactéries, une altération autolytique par les enzymes digestives, et enfin l'oxydation des lipides. Ces altérations se traduisent généralement par un goût rance lié à l'activité oxydative. On assiste également à la libération des composés azotés malodorants tels que l'ammoniac et le sulfure de diméthyle à partir des acides aminés libres.

#### **4-2-Conséquence sanitaire**

La consommation de viande contaminée par des bactéries pathogènes précède de nombreuses maladies d'origine alimentaire (NOUICH et HAMDI, 2009) avec des conséquences sur la santé humaine allant de la maladie à la mort (IROHA et *al.*, 2011; HASSAN ALI et *al.*, 2010). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que près de 30% des habitants des pays industrialisés souffrent chaque année des toxi-infections alimentaires (BAILLY et *al.*, 2012). Tous les cas enregistrés sont susceptibles d'être provoqués par les viandes.

Plusieurs études ont montré que l'altération des viandes en particulier la putréfaction, réduit la qualité nutritionnelle des protéines d'origine animales et d'autre part, elle provoque des intoxications alimentaires. La putréfaction résulte de la dégradation progressive du muscle par des bactéries et certaines levures qui s'attaquent aux protéines musculaires. Les composés issus du développement bactérien sont responsables de l'aspect et de l'odeur des viandes altérées. Ces phénomènes entraînent le retrait de ces produits de la consommation humaine c'est parce que toutes les protéines que la viande possède sont toutes dégradées; et qui conduit à la formation des amines biogènes.

### **5-Conservation de la viande**

Dans les pays à climat chaud, la conservation des denrées alimentaires d'origine animale telle que la viande n'est pas une chose aisée à cause des conditions climatiques et environnementales qui favorisent la prolifération des germes microbiens. Si l'on veut garder la viande plus d'un jour, et si l'on veut éviter tous les risques évoqués en haut, il faut donc la conserver. D'une manière générale, la conservation des aliments vise à préserver leurs comestibilités et leurs propriétés gustatives et nutritives en empêchant la croissance microbienne et en retardant l'oxydation des graisses qui provoquent le rancissement (BOURGEOIS et *al.*, 1991). Il existe plusieurs méthodes de conservation de la viande, le séchage, la salaison, la réfrigération, la congélation, la pasteurisation, la stérilisation, fermentation, fumage, le conditionnement sous vide etc.

Le froid semble le procédé presque parfait de la conservation des viandes, et le meilleur connu actuellement; en effet l'utilisation du froid est la seule méthode qui permet de maintenir les caractéristiques de la viande fraîche. Cependant, il est une technique très coûteuse; consomme beaucoup d'énergie; nécessite des investissements élevés; et nécessitent l'application de certaines règles, qui sont énoncées sous le vocable de trépid frigorifique de Monvoisin « application du froid sur des produits sains, la précocité et la continuité ».

#### **5-1-Réfrigération**

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à des températures basses proches du point de congélation de l'eau mais toujours positives c'est-à-dire l'eau reste toujours liquide.

En général, cette température se situe aux alentours de 0°C à +4°C, la température étant basse, on prive les bactéries présentes dans les aliments d'un élément important qui est l'énergie. Les métabolismes cellulaires sont seulement ralentis, les bactéries continuent de se multiplier lentement. On peut donc garder les aliments dans le réfrigérateur pendant quelques jours (LEYRAL, *et al.*, 2007).

### **5-1-1-Intérêts de la réfrigération des viandes**

Le froid limite le développement des germes présents sur les carcasses après l'abattage. Il empêche la putréfaction profonde par inhibition de la multiplication des germes anaérobies d'altération. Il assure aussi toute la sécurité vis-à-vis des germes pathogènes et ralentit la multiplication des germes d'altération de surface (ECHEVERRY A., LONERAGAN, 2006).

Juste après l'abattage la viande est sèche et dure, les caractères organoleptiques (succulence, tendreté, flaveur agréable, couleur rouge vif) désirés par le consommateur n'apparaissant qu'après une durée d'une huitaine de jours, l'acquisition d'une qualité organoleptique optimale impose une conservation des viandes pendant quelques temps par réfrigération. La réfrigération optimale d'un quartier fait perdre à la viande de 1 à 3% de son eau pendant les premières 24 heures. Au cours de la réfrigération le phénomène de la maturation est observé. Le froid permet cette maturation tout en retardant les phénomènes de multiplications microbiennes, responsables, entre autres, de la putréfaction des viandes.

Cependant, pour les carcasses bovines, le refroidissement doit être modéré. En effet un abaissement trop rapide provoquerait l'apparition d'une dureté irréversible au cours de leur maturation. Ce phénomène est appelé « Cryochoc » ou « cold shortening ». Il résulte de l'inhibition par le froid de l'enzyme responsable de la production de l'énergie nécessaire à l'activité musculaire. Un froid trop intense provoque un blocage irréversible des liaisons protéiques, que la maturation ne peut résoudre. Le potentiel de tendreté du muscle est définitivement altéré, car les fibres musculaires sont entrées en rigidité cadavérique à l'état contracté. La prévention consiste à ne pas descendre en dessous de 10°C au sein des muscles, quand il y reste encore trop d'énergie. Il peut être évité en appliquant une vitesse de refroidissement peu élevée (température à cœur de 12°C atteinte en moins de 12 h) (ROSSET R., 1995).

### **5-1-2-Modification de la viande provoquée par la réfrigération**

La réfrigération se caractérise par une absence de modifications histologiques, biologiques et biochimiques. Cependant, on note l'existence de modifications organoleptiques dues au brunissement à la surface et au ralentissement de la maturation et des modifications physiques essentiellement représentées par la perte de poids. Ces modifications sont surtout liées à l'activité de l'eau (MONING G., 2003).

## **5-2-Conservation sous vide**

### **5-2-1-Intérêt de la conservation sous vide**

Parmi les systèmes d'emballages de viande établies, le vide a été le plus largement utilisé dans le marché institutionnel pour la distribution de pièces entières (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001). Le sous vide vise à protéger les viandes de tout contact avec l'oxygène de l'air, en inhibant la croissance des micro-organismes aérobies qui peuvent changer l'odeur, la couleur

et l'apparence et qui provoque le rancissement par oxydation des graisses, le changement des pigments et la destruction des vitamines et les arômes (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001). Cependant, d'autres bactéries peuvent se développer même dans ces conditions, pour créer un environnement qui permet d'allonger la durée de vie des viandes emballées sous vide, le gaz de l'atmosphère de l'emballage doit contenir un niveau d'oxygène trop faible, la température de la viande au cours du stockage doit être vers 0°C, le pH doit être vers 5.6, la contamination initiale de la viande doit être minimale.

#### 5-2-2-Système d'emballage sous vide

Le système d'emballage sous vide utilise des films barrières de sécurité flexible qui ont une très faible perméabilité à la vapeur d'eau, des arômes et des gaz, en particulier l'oxygène. Le vide à l'intérieur du paquet est obtenu par l'élimination complète de l'air de l'espace associé à un scellage approprié en utilisant des machines de thermosoudage.

#### 5-2-3-Durée de conservation des viandes emballées sous vides

Pour la viande fraîche, l'emballage sous vide a prouvé son efficacité dans l'extension de la durée de vie, en préservant les caractéristiques sensorielles inhérentes au produit pendant une période suffisamment longue. La durée de conservation de la viande qui est emballé avec des films qui sont hautement perméable à l'oxygène est d'environ une semaine, alors que la durée de conservation de la viande emballée sous vide est d'environ 3 à 12 semaines lorsqu'elle est stockée à 0 ° C. Dans certains cas, à côté de l'élimination de l'oxygène, certains conservateurs sont appliqués, comme par exemple une addition de l'acide lactique ou des bactéries lactiques et par conséquent, la durée de vie des viandes bovines emballées sous vide est donnée par différents auteurs, allant d'environ d'une dizaine de jours à environ une douzaine de semaines (BILSKA, 2011).

#### 5-2-4-Les principales altérations des viandes emballées sous vide

Plusieurs micro-organismes ont été trouvés sur les viandes réfrigérées sous vide, il s'agit notamment, des espèces psychrophiles et psychrotrophes qui se développent à des températures de 1,5 à 2 ° C. Selon BRODAL *et al* (2000), ces bactéries peuvent provoquer une distension des emballages en 14 jours en produisant des gaz, les principaux gaz produits sont le dioxyde de carbone, l'hydrogène, le butanol, l'acide acétique, l'acide butyrique et ses esters.

Il semble que les bactéries lactiques dominent dans ce type de viande, ces bactéries produisent des goûts légèrement acides ou laiteux à partir de la fermentation du glucose accompagnés de la libération de H<sub>2</sub>S à partir de cystéine. Le H<sub>2</sub>S produit, oxyde la myoglobine en metmyoglobine, donnant à la viande une couleur verte. Certaines bactéries lactiques dont le genre *Lactobacillus carnosum* conduisent à l'accumulation de gaz et de fluide à des températures allant de 1 à 5 °c (RAY *et al.*, 2008).

Cependant, certaines entérobactéries (*liquefaciens Serratia*, *Hafnia spp*) peuvent se développer, qui à des températures supérieures à 6 ° C décarboxylent les acides aminés, produisant des amines organiques responsables des goûts putrides.

Selon SPRING *et al* (2003), des espèces de *Clostridium* psychrotrophes et psychrophiles y compris *C. estertheticum subsp*, *C. laramiense* on été isolées des viandes conditionnées sous vide. D'autres espèces appartenant aux genres *C. algidicarnis frigidicarnis*, *et C. gasigenes*

*algidixylanolyticum* ont été également trouvés (BRODA et al., 2008). La présence de ces bactéries est associée à une protéolyse et à une perte de la texture, l'accumulation de fluide dans l'emballage et la production de sulfure d'hydrogène (RAY et al., 2008).

### 5-2-5-Qualités organoleptiques des viandes conditionnées sous vide

#### ➤ La couleur

Une viande emballée sous vide devrait avoir une couleur pourpre foncée. C'est la couleur naturelle d'une viande qui n'a pas été exposée à l'oxygène. Après déconditionnement, une couleur rouge vif indique que l'emballage n'est pas assez imperméable à l'oxygène, et par conséquent, la durée de vie de ces viandes est réduite à quelques jours. Un autre type de décoloration des viandes conditionnées sous vide, est représenté par l'apparition des taches brunes causées lorsqu'elles rentrent en contact avec des faibles niveaux d'oxygène. Un verdissement observé est dû à la production d'H<sub>2</sub>S par les bactéries accompagnées d'odeurs et des saveurs non caractéristiques à la viande sous vide.

#### ➤ Odeur

Durant la conservation des viandes dans un emballage sous vide, toutes odeurs issues de la croissance bactérienne sont piégées à l'intérieur de cet emballage, et qui sont libérées après l'ouverture de l'emballage. Il peut s'agir d'une légère odeur de fromage et de lait caillé ou une odeur d'hydrogène sulfureux mentionnée précédemment. Cela se produit généralement sur des viandes ayant un pH élevé. Une légère odeur de l'hydrogène sulfureux peut se dissiper dans les 30 minutes suivant l'ouverture de l'emballage, mais si les odeurs persistent, la viande est rejetée.

#### ➤ Apparence

En plus de l'odeur et la couleur, l'apparence des viandes emballées sous vides est également affectée par l'accumulation du fluide dans l'emballage. Ce fluide s'accumule lorsque la viande perd sa capacité de rétention d'eau après l'installation de rigor mortis et de la phase de maturation. Généralement la viande perd 0.5 % de son poids initial sous forme de fluide dans les 3 premiers jours de conditionnement, et un total de 2% en 3 semaines. Ce phénomène est influencé par un refroidissement lent et la manière de découpe, des températures élevées et un stockage prolongé.

#### ➤ Tendreté

Les viandes emballées sous vides se caractérisent par une tendreté plus élevée que celle des viandes fraîches, car elles sont plus mures. Cependant, les viandes riches en tissus conjonctifs ou issues des animaux âgés ne bénéficient pas de la maturation autant que les viandes à faible proportion en tissus conjonctifs ou provenant de jeunes bovins. La maturation augmente avec l'augmentation de la durée de conservation, elle dépend de la température, et elle est souvent accompagnée de l'augmentation de la saveur. Une conservation pendant 2 semaines à 2°C offre une viande de meilleure tendreté et de saveur désirée.



## *Chapitre IV*

### *Les risques sanitaires liés à la consommation de la viande*

---

Le risque sanitaire concerne tous les types de contamination des viandes par des produits physiques ou chimiques et des agents biologiques, susceptibles de porter atteinte à court ou à long terme, à la santé de l'homme. La viande est traditionnellement considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origines alimentaires chez l'homme à cause des défauts d'hygiène (DENNAI et al, 2001 ; FOSSE et al, 2006), dont la qualité hygiénique dépend, d'une part de la contamination par des substances chimiques, organiques et inorganiques, de provenances diverses, et d'autre part du développement et de la croissance des flores contaminantes au cours de la chaîne d'abattage ou lors du transport et de conservation.

## 1-Risques microbiologiques

Le processus de transformation des animaux vivants en viande, entraîne inévitablement une contamination microbienne. La plupart des microorganismes transférés aux carcasses pendant le processus d'abattage sont des agents pathogènes. Ces agents pathogènes de la viande font l'actualité sur le plan de la sécurité alimentaire dans presque tous les pays du monde. Les risques associés à leurs consommations sont cependant différents, et dépendent surtout de l'agent pathogène, ces derniers sont classés en deux catégories en fonction de leurs modes d'action :

- Ceux qui vont proliférer dans le tractus digestif de l'homme et lorsque ils dépassent le seuil de tolérance de l'organisme causent des toxi-infections alimentaires (TIA), Parmi les germes responsables de TIA, on cite *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* et *Aeromonas hydrophila* (DICKSON et ANDERSON, 1992).
- Ceux qui vont agir par l'intermédiaire d'une toxine du genre *Staphylococcus* (*Staphylococcus Aureus*), *Clostridium* (*Clostridium Perfringens*, *Clostridium Botulinum*), *Bacillus*, (*Bacillus Cereus*). On parle donc d'intoxication alimentaire (PIERRE B. 2000).

Selon DIALLO (2010), l'apparition au même moment d'au moins deux cas de symptômes similaires le plus souvent digestifs chez des individus ayant consommés le même repas est appelé toxi-infection alimentaire collective (TIAC). Les TIAC peuvent regrouper donc les deux sous-catégories précédentes.

### 1-1-Les toxi-infections alimentaires

#### 1-1-1-Salmonellose

Les deux sérotypes les plus souvent retrouvés lors de foyers de salmonellose, sont *S. enteritidis* et *S. typhimurium*. Ils s'agit de sérotypes ubiquistes qui peuvent être hébergées dans le tube digestif de l'homme, des animaux domestiques et sauvages, et plus particulièrement des volailles pour *S. enteritidis* et *S. dublin* pour les bovins et l'homme (FOSSE et al., 2004).

- **Durée d'incubation :** Les symptômes apparaissent après une durée d'incubation de 15 jours dans le cas des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, et les symptômes disparaissent après une durée de 7 jours. Dans le cas des gastro-entérites, la durée d'incubation est généralement de 1 à 2 jours et les symptômes disparaissent sans traitement après 3 à 5 jours en moyenne.
- **Les signes cliniques :** Le tableau clinique caractéristique est celui d'une gastroentérite fébrile. Les principaux symptômes sont, par ordre de fréquence décroissante : une fièvre

élevée (39- 40°C), une diarrhée, des douleurs abdominales, des nausées et des vomissements. Chez les personnes immunodéprimées, l'infection peut évoluer vers une septicémie grave. Néanmoins, la mortalité suite aux toxi-infections à salmonelles reste très faible (DELMAS *et al.*, 2010 ).

### 1-1-2- Le syndrome hémolytique et urémique (SHU)

Les EHEC sont portés principalement par les bovins mais aussi par les ovins, les oiseaux et, dans une moindre mesure, les porcs (CAPRIOLI *et al.*, 2005). Ces souches sont disséminées par excrétion dans les matières fécales et peuvent ensuite contaminer directement ou indirectement les carcasses.

- **Durée d'incubation :** Les symptômes apparaissent après une phase d'incubation de 2 à 12 jours (en moyenne 3-4 jours). La durée de cette phase dépend de la virulence de la souche, de la dose ingérée et de la résistance des malades (âge) (ANSES, 2011).
- **Signes cliniques :** les infections à EHEC peuvent revêtir des tableaux cliniques variés allant de la diarrhée bénigne à des colites hémorragiques (CAPRIOLI *et al.*, 2005). Ces dernières se compliquent parfois au bout de quelques jours d'un Syndrome Hémolytique Urémique (SHU) chez l'enfant et le sujet âgé et plus rarement de Purpura Thrombotique et Thrombocytopénique (PTT) chez l'adulte. SHU et PTT ont en commun des lésions des cellules endothéliales de la microcirculation suivies d'un gonflement cellulaire, d'agrégation plaquettaire et de thrombose. Les manifestations sont déterminées par le lit vasculaire le plus atteint : celui des reins pour le SHU, celui du système nerveux pour les PTT. Ces affections sont caractérisées par une microangiopathie sévère et une réduction marquée du taux d'hémoglobine, conduisant souvent à une anémie sévère (AFSSA, 2003).

### 1-1-3-Listériose

La listériose est une maladie due à une infection alimentaire par un Bacille à Gram+ ; *Listeria monocytogenes*, la forme pathogène de *Listeria spp*, est naturellement présente dans l'environnement (WIEDEMAN N, 2003).

- **Durée d'incubation :** Les premiers symptômes apparaissent après une incubation de 3 jours à 8 semaines (SLUTSKER L., et SCHUCHAT A., 1999).
- **Les signes cliniques :** Les manifestations cliniques de la maladie chez les personnes immunodéprimés comprennent des signes de septicémie, méningite et d'encéphalite, fréquemment précédés de symptômes pseudo-grippaux avec de la fièvre. Chez la femme enceinte, une infection intra-utérine ou cervicale peut entraîner un avortement spontané ou une mort fœtale tardive.

### 1-1-4-Campylobactérioses

Les *Campylobacter jejuni* peuvent être responsables d'une toxi-infection alimentaire chez l'Homme suite à la consommation de la viande bovine. La dose infectante n'est pas connue avec précision mais semble assez faible, moins de 1 000 bactéries pourraient suffire (ANSES, 2011).

- **Durée d'incubation :** Les symptômes apparaissent après une phase d'incubation assez longue, allant le plus souvent de 2 à 5 jours.

- **Signes cliniques :** Fièvre qui peut atteindre rapidement 40°C, malaises, maux de tête et myalgies, ces signes peuvent persister de 1 à 7 jours, des nausées et crampes abdominales typiques localisées dans la région périombilicale, selles liquides et abondantes et parfois sanguinolente qui persistent de 7 à 10 jours.

## 1-2-Les intoxications

### 1-2-1-Intoxication par les *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* est un germe commensal de la flore cutanée de l'homme et des animaux. 20 à 50% des adultes seraient porteurs (au niveau de la sphère oro-pharyngée) asymptomatiques de cette bactérie, encore appelés porteurs sains (ANSES, 2009). La contamination des viandes est donc possible au moment du dépeçage, et surtout chaque fois qu'il y a un contact direct entre l'homme et la carcasse.

- **Durée d'incubation :** La durée d'incubation de *S. aureus* est courte, elle est en moyenne de 3 à 4h.
- **Signes cliniques :** Les symptômes sont dominés par l'apparition brutale d'une forte fièvre, de vomissements, et d'une diarrhée aqueuse profuse. elle peut s'accompagner de myalgies, d'une hypotension et d'un érythème (FOSSE et al., 2004). La maladie est en général courte mais éprouvante, avec un rétablissement complet en 1 à 2 jours.

### 1-2-2-Intoxication causée par les *Clostridium perfringens*

La viande peut être contaminée par les *Clostridium perfringens* au moment de l'éviscération si le contenu de l'intestin entre en contact avec la carcasse (CAVALLI, 2003).

- **Durée d'incubation :** Les symptômes apparaissent généralement entre 10 et 12h après l'ingestion d'un repas contaminé.
- **Signes cliniques :** La maladie se déclare brutalement par des crampes abdominales, de la diarrhée sans vomissement ou fièvre, la bactérie du toxinotype A est la responsable de ces symptômes. Les germes du toxinotype C entraînent une entérite nécrosante localisée à l'intestin grêle (FOSSE et al., 2004). Le plus souvent cette affection guérit spontanément en 2-3 jours. Toutefois, des mortalités ont été observées chez des personnes âgées et des jeunes enfants.

## 1-3- Zoonoses

C'est l'ensemble des infections endogènes de l'animal qui peuvent se transmettre à l'homme par une voie quelconque, en manipulant ou en ingérant de la viande. En effet au cours des opérations de capture, d'abattage, de dépouillement, d'habillage ou d'apprêt des animaux pour la table, les agents infectieux ont toutes sortes d'occasions de se transmettre à l'homme par des voies autres que l'appareil gastro-intestinal, notamment par les voies respiratoires ou par la peau. Les principales maladies transmises des bovins à l'être humain sont indiquées en ANNEXE 1.

### 1-4-Maladies parasitaires

Les maladies parasitaires d'origine alimentaire sont liées à la consommation d'un aliment contenant les formes larvaires ou adultes d'un parasite qui va poursuivre son cycle évolutif chez l'être humain. Contrairement aux bactéries, les parasites sont incapables de se multiplier dans la viande et cette dernière va être qu'un simple véhicule du parasite. La larve de *taenia saginata* dans la viande de bœuf est une contamination assez fréquente (VIERLING, 2003).

Le *taenia saginata*, un parasite vivant au stade adulte dans l'intestin de l'homme est responsable de la cysticerose bovine, qui est une infestation parasitaire chez le bovin transmise par l'homme et qui devient une maladie à déclaration obligatoire.

La contamination des bovins se fait surtout au pâturage lors de l'ingestion des œufs de ce parasite présents sur l'herbe ou dans l'eau, excrétés auparavant par l'homme. Après des transformations biologiques au cours de sa migration, le parasite se localise chez les bovins dans tous les muscles sous une forme semblable à un kyste appelé le cysticerque et formé en 3 mois après ingestion de l'œuf. Cette infestation n'a pas de répercussion, ni sur l'état général ni sur la croissance des jeunes bovins.

Cependant chez l'homme on observe des signes polymorphes allant des signes digestifs (boulimie ou anorexie, nausées, diarrhée et de constipation) à des signes extradiigestif souvent exagérés par un patient anxieux et rattachés sans preuve formelle à la présence d'un ténia, on peut noter des signes nerveux (troubles du caractère, troubles du sommeil), des signes cardiovasculaires (palpitations, réactions vasomotrices), des signes respiratoires (dyspnée, manifestations asthmatiques), des signes cutanés de nature allergique (prurit, urticaire).

### 1-5-Maladies virales

La transmission de virus par les viandes est peu probable grâce aux vaccinations obligatoires du cheptel et l'élimination systématique d'animaux contaminés (FREDOT, 2005).

## 2-Risques chimiques

Au-delà de la maîtrise de la qualité microbiologique, le maintien de la santé du consommateur suppose que la viande ne renferme pas de substances chimiques indésirables, couramment appelées résidus. Les résidus sont des substances chimiques présentes en très faibles quantités dans les aliments et susceptibles de nuire à la santé du consommateur d'une manière à provoquer des intoxications alimentaires.

Les intoxications alimentaires interviennent à la suite de la consommation d'aliments contenant des substances toxiques. Les principaux agents sont l'histamine, le mercure, les mycotoxines (aflatoxines), les produits chimiques (additifs, pesticides, antibiotiques, détergents et désinfectants), les sels métalliques tels que le cuivre, le zinc, le plomb (DIALLO, 2010).

## 2-1-Les substances les plus fréquemment citées en viande bovine

### 2-1-1-Les médicaments vétérinaires

#### 2-1-1-1-Les antibiotiques

C'est tout composé chimique, élaboré par un microorganisme ou produit par synthèse, dont l'activité thérapeutique se manifeste à très faible dose d'une manière spécifique, dont l'inhibition de certains processus vitaux, à l'égard des microorganismes sensibles (HOCQUET, 2006).

##### ➤ Raison d'utilisation

Les médicaments vétérinaires et plus particulièrement les antibiotiques sont largement utilisés en élevage pour des raisons thérapeutiques en vue de traiter un animal malade, préventives en vue de prévenir des affections chez des animaux exposés à un risque connu.

##### ➤ Risque pour la santé

Selon MAGHINI-ROGISTER (2002), l'utilisation d'antibiotiques à des teneurs en résidus proche ou inférieures aux limites maximale de résidus (LMR) ne présente pas de danger, néanmoins, il faut tenir compte des réactions allergiques qui ne concernerait que de rares individus hyper allergiques et d'un effet possible sur la flore intestinale, soit en modifiant sa composition par une inhibition sélective de composants déterminés, soit en sélectionnant des microorganismes résistants.

#### 2-1-1-2-Les hormones et les anabolisants

On sous entend par anabolisant, des molécules naturelles extraites ou reproduites par synthèse, ou des molécules artificielles, les molécules ayant des propriétés anabolisantes les plus utilisées sont soit des hormones sexuelles (testostérone, œstradiol, progestérone) ; des hormones stéroïdiennes de synthèse (acétate de trenbolone) ; des  $\beta$ -agonistes analogues de l'adrénaline (clenbutérol) ; ou des hormones de croissance hypophysaire (somatotrophine).

##### ➤ Raison d'utilisation

L'administration d'agents anabolisants, y compris les stéroïdes androgènes anabolisants à des veaux et à des bovins adultes conduit à une croissance de la masse corporelle et à une utilisation plus efficace de la nourriture (plus de muscle et moins de graisse). En effet chez les bovins, le rendement de conversion de l'azote alimentaire en protéines musculaires est faible, et l'utilisation des anabolisants permet d'améliorer cette conversion (MAGHUIN-ROGISTER, 2002).

##### ➤ Risque pour la santé

Selon (DUPIN et MICHAUD, 2002), un lien existe entre la consommation de la viande produite par des animaux traités au diéthylsilbestol (DES) et l'augmentation de la fréquence de certains cancers dans l'espèce humaine. Des troubles de la fécondité ont été observés sur des animaux de laboratoire nourris avec la viande provenant d'animaux traités (MAGHUIN-ROGISTER, 2002).

### 2-1-2-Les additifs alimentaires

Certaines substances chimiques toxiques peuvent être ajoutées intentionnellement à la viande comme agent de conservation, les principales substances en cause sont les acides salicyliques, boriques et benzoïques, les nitrates utilisés pour leur pouvoir antimicrobien et son action sur la couleur de la viande, se transformes souvent (par réduction bactérienne) en nitrites; le problème majeure des nitrites est la possibilité de former dans les denrées et dans l'organisme des nitrosamines, ce derniers possèdent des propriétés cancérigènes par alkylation de l'ADN.

### 2-1-3-Les contaminants environnementaux

#### 2-1-3-1-Les produits chimiques agricoles

Les pesticides regroupent l'ensemble des produits destinés à la destruction ou à la prévention de l'action des agents biologiques nuisibles, il s'agit d'herbicides, fongicides, insecticides, acaricides, Les animaux peuvent se trouver contaminer par la consommation de végétaux (fongicides), d'eau (herbicides) ou lors de traitements inappropriés (antiparasitaires). Certains produits chimiques agricoles sont recherchés dans les viandes par l'Agence Canadien d'Inspection des Aliments (ACIA). Il s'agit des carbamates (foie), des chlorophénols (foie), la perméthrine (gras). Dans le cas du veau, la perméthrine à le taux de détection le plus élevé de tous les produits chimiques, soit 6,6 % en 2003-2004 (ACIA, 2010). Il est par contre intéressant de souligner que malgré l'interdiction remontant à plusieurs années, le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) et surtout son métabolite le dichlorodiphényldichloroéthylène (DDE) est toujours détectable dans le gras des différentes viandes, ces produits sont responsables de toxicité grave chez l'homme (ACIA, 2010).

#### 2-1-3-2-Les métaux lourds

Les rejets lies aux activités humaines sont source de contaminations environnementales en métaux lourds. Les animaux d'élevage peuvent être exposés à ces contaminants notamment via leur alimentation en ingérant des végétaux contaminés en surface ou par le sol. Leurs toxicités pour l'Homme a été bien connue depuis longtemps, ils s'accumulent dans les graisses ou les tissus lipidiques comme le cerveau, les reins ou les os et se lient aux molécules essentielles de l'organisme en prenant la place aux éléments minéraux essentiels (le plomb a un comportement voisin du fer, le cadmium est voisin du zinc) et peuvent ainsi provoquer des cancers sanguins (Pb), rénaux (Cd) ou osseux (Cd), des troubles neurologiques (Pb, Hg), et des troubles du développement chez l'enfant (Hg). Cependant, leur toxicité n'apparait généralement qu'après une exposition prolongée avec inhalation ou ingestion de doses infimes.

### 1-3-Viande et autres maladies

La surconsommation de viande, en particulier de viande rouge, tend à augmenter le risque de certaines maladies (cancer du colon, maladies cardio-vasculaires, l'obésité ou le diabète de type 2) et plus généralement augmente la mortalité (PAN et *al.*, 2012). En effet, selon LAMISSE F (2008), la viande est souvent incriminée dans les maladies cardio-vasculaires du fait de son apport en lipides (acides gras saturés) qui joue un rôle important dans le développement de l'athérosclérose. Le comité de World Cancer Research Fund (WCRF) recommande de limiter la consommation de viandes rouges à moins de 500 g par semaine et d'éviter les viandes transformées (charcuteries ...) d'après l'étude épidémiologique qu'elle a réalisé en novembre 2007 et qui a établi un lien étroit entre la consommation de la viande rouge et le cancer de colon.

*Partie II*

*Partie Expérimentale*

---

# *Chapitre I*

## *Matériels et méthodes*

---

## 1-Objectif de l'étude

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire commun de microbiologie, de la faculté des sciences biologiques et agronomiques. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou. Elle s'est fixée comme objectif d'évaluer la qualité microbiologique des viandes locales fraîches et des viandes importées conditionnées sous vide afin d'apprécier leurs risques sur la santé publique.

L'évaluation microbiologique de ces viandes porte sur le dénombrement et la recherche de certains germes. Les micro-organismes recherchés ou dénombrés ont été ceux désignés par les critères de qualité microbiologique fixés par le JORA n° 35 du 1998, auxquels doivent satisfaire les viandes crues réfrigérées ou conditionnées sous vide, pour être reconnues officiellement propres à la consommation. Il s'agit de la flore mésophile aérobie totale, les levures et moisissures, les indicateurs fécaux (coliformes fécaux et *streptocoques fécaux*), les *Clostridium sulfito-réducteurs* à 46°C, les *S. aureus* et les salmonelles.

## 2-Matériels d'étude

Dans le cadre de la réalisation de cette étude, plusieurs matériels ont été mis en place. Il s'agit du matériel utilisé dans le laboratoire pour les analyses microbiologiques et le matériel utilisé pour le prélèvement des échantillons.

### 2-1-Pour les analyses microbiologiques

- Un autoclave (Webeco) pour la stérilisation des milieux de cultures et de certains matériels ;
- Un bain Marie (Muve bath) pour la préparation et la liquéfaction des milieux de culture solides ;
- Une étuve réglée à 28°C (Memmert), à 37°C (Binder), et à 44°C (Memmert) pour la culture des germes après ensemencement ;
- Balance de précision (KERN 440-45N), agitateur magnétique à plaque chauffante (PLABINCO), mortier ;
- Bec Bunsen pour créer une zone stérile ;
- Une série de tube de dilution stérile, et des boîtes de Pétri ;
- Anse à fil bouclé, pince, seringue, spatule, micropipette, gaze stérile, couteau ;
- Verrerie stérile : Béchers, erlen Meyer, éprouvette, flacon, ento noire ;
- Les milieux de culture : GN, Sabouraud, milieu SS, milieu Chapman, VRBL, milieu Roth, milieu Litsky, SFB, GC, TSN ;
- Réactifs pour la coloration de Gram : violet de gentiane, fuschine, Lugol, l'huile d'immersion, alcool.

### 2-2-Pour le prélèvement

- Flacon en verre stérile ;
- Glacière munie de la glace.

### 3-Méthodes

#### 3-1- Echantillonnage

L'échantillonnage est une étape fondamentale souvent délicate dans l'analyse microbiologique. Si les échantillons ne sont pas correctement prélevés et manipulés, ou ne sont pas représentatifs d'un lot ou d'une production, ou mal transportés au laboratoire, ou analysés très tardivement, les résultats d'analyses n'auront aucune significations.

L'échantillonnage à été fait au niveau de la ville de Tizi Ouzou durant le mois de Ramadan du 30 mai au 29 juin, un total de 20 échantillons (dont n = 10 de viande locale et n = 10 de viande importée) ont été prélevés de 20 boucheries différentes.

Chaque matin vers 8h, un échantillon de 50 g est acheté et acheminé directement au laboratoire d'analyse microbiologique. Le choix de ces boucheries est en fonction de celle qui a plus de clientèle incluant les grands marchés de Tizi Ouzou.

##### 3-1-1- Le prélèvement des échantillons

Le prélèvement a été fait par le boucher dans les mêmes conditions d'achat pour le consommateur. Les vingt échantillons sont prélevés du même compartiment, l'épaule. L'épaule a été choisie car c'est parmi les zones les plus susceptibles d'être contaminées chez le bovin, en outre, d'après le questionnaire qui a été fait, c'est la partie la plus demandée par les consommateurs après la cuisse.

A partir de l'épaule un échantillon de taille n = 5 a été prélevé d'une manière aléatoire. La répartition des micro-organismes sur la carcasse est loin d'être uniforme, pour avoir une charge microbienne représentative de toute l'épaule, les unités de prélèvement concernent à la fois la surface et la profondeur.

#### 3-2- Le transport des échantillons

Le transport et la conservation des échantillons ont été réalisés suivant les dispositions de la norme ISO 17604 : 2003 (F). Etant une denrée hautement périssable, le transport de la viande de la boucherie jusqu'au laboratoire d'analyse sous les fortes températures d'été peut constituer un véritable facteur d'altération de celle-ci, d'où la nécessité d'un transport accompli dans un système réfrigérant. En effet les prélèvements sont transportés rapidement au laboratoire dans une glacière munie de la glace pour éviter toute variation de température capable de modifier la microflore. Les échantillons sont analysés dans l'heure qui suivait le prélèvement, la durée qui s'écoule entre le prélèvement et l'analyse ne doit jamais dépassée 2 heures.

#### 3-3- Traitement de l'échantillon avant l'analyse

##### ➤ Pesée

Arrivée au laboratoire, la viande est découpée aseptiquement en petits morceaux à l'aide d'un couteau et d'une pince stérile. Une boîte de Pétri stérile est tarée et 25g de viande y sont pesés exactement. La pesée est réalisée à l'aide d'une balance analytique.

### ➤ Broyage

La prise d'essai de 25g est introduite dans un mortier (désinfecté avec de l'alcool et l'eau de javel et séché) ainsi que 225 ml d'eau physiologique préalablement stérilisée dans un flacon, l'ensemble est broyé manuellement pendant 5 minutes. Le mélange est filtré à l'aide d'une gaze stérile, le filtrat obtenu est la suspension mère (SM).

On laisse la SM reposer pendant 25 minutes. Ce repos favorise la revivification des bactéries, dont le développement a été ralenti ou inhibé sous l'action du froid et du broyage.

## 3-4-Analyse microbiologique

### 3-4-1--Préparation des milieux de culture

Ces derniers arrivent en états de poudre, les milieux déshydratés se préparent en dissolvant une certaine quantité selon les milieux dans un litre d'eau distillée (ANNEXE 2) ; bien mélangé jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène, chauffé en agitant fréquemment pour assurer la fusion et l'homogénéisation des milieux, après ébullition, les milieux sont repartis soit en flacons soit en tubes, et autoclavés à une température de 120°C pendant 15 min.

### 3-4-2-Préparation des dilutions décimales

La préparation des dilutions décimales est réalisée selon la norme française (NF V-057-2), cette étape permet de diluer la SM jusqu'à obtenir une concentration microbienne exploitable.

A partir de la SM, on réalise une succession de dilutions décimales requises pour déterminer le nombre de bactéries dans l'échantillon, en transférant 1 ml de la dilution antérieure dans 9ml de l'eau physiologique, pour chaque transfert on utilise un emboué stérile distinct. Il faut agiter toutes les dilutions immédiatement avant d'effectuer le transfert afin d'assurer que les micro-organismes présents sont distribués d'une façon uniforme.

### 3-4-3-Ensemencement et incubation

A partir des dilutions on procède aux ensemencements dans des milieux sélectifs et spécifique à chaque type de microorganisme, qui après incubation permettront l'identification et le dénombrement ou la détection de la présence ou l'absence des microorganismes recherchés.

### 3-4-4-Dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

La FMAT représente l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier entre 25 et + 40°C avec un optimum de + 30°C en aérobiose. Le mode opératoire pour le dénombrement de cette microflore s'est effectué selon la norme (NF V 08-51).

La SM est diluée jusqu'à  $10^{-6}$ , 1 ml de chaque dilution est prélevé aseptiquement puis introduit dans une boîte de Pétri stérile préparée et numérotée a cet usage. On y coule ensuite environ 15 ml de la GN maintenue en surfusion mais légèrement refroidie. Homogénéiser en appliquant à la boîte de Pétri fermée des mouvements circulaires pour permettre à l'inoculum

de se mélanger à la gélose. Une fois solidifiées, les boîtes sont incubées retournées dans une étuve réglée à 37°C pendant 72h. Selon l'ISO 4833, la FMAT est incubée dans les conditions atmosphériques ambiantes à 30°C pendant 72 h, mais d'autres températures (35°C, 37°C) sont parfois utilisées (SMITH *et al*, 2005 ; HUTCHISON *et al*, 2006).

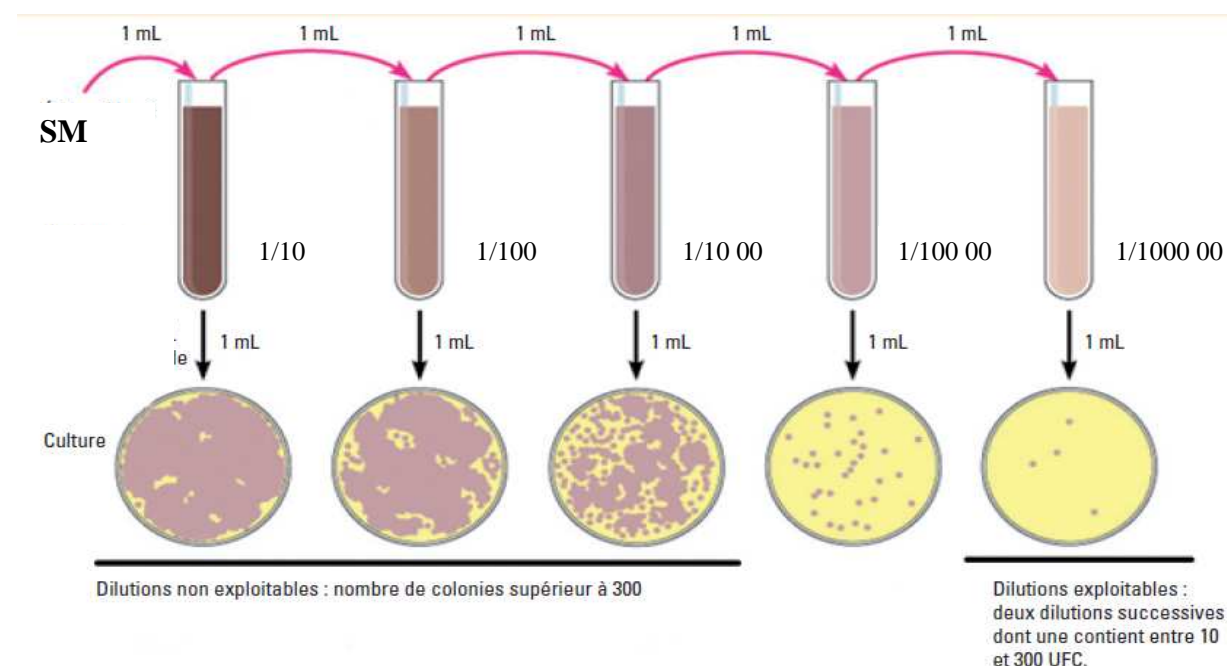
Après incubation, les colonies se développent sous plusieurs formes ; de tailles et de couleurs différentes et le dénombrement est réalisé uniquement sur les boîtes dont le nombre se situe entre 30 et 300.

### 3-4-5-Dénombrement des coliformes fécaux (CF)

Le mode opératoire s'est effectué selon la norme française (NF V 08-017) relative au dénombrement des coliformes fécaux. La SM est diluée jusqu'à  $10^{-4}$ , l'ensemencement se fait en masse, en portant aseptiquement 1ml des dilutions  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  au fond des boîtes de Pétri, une quantité de 18 ml de la gélose VRBL est coulée, le contenu est homogénéisé en effectuant des mouvements circulaires et de va-et-vient en formes de «8». Une fois la gélose est solidifiée, les boîtes sont incubées retournées. Après une période d'incubation de 24 h à 44°C, les boîtes de Pétri contenant 15 à 150 colonies rouges foncées de forme lenticulaire étaient choisies pour le comptage des coliformes fécaux.

### 3-4-6-Dénombrement des levures et moisissures (LM)

Les LM sont isolés et dénombrés sur un milieu gélosé sélectif Sabouraud. La SM est diluée jusqu'à  $10^{-6}$ , on réalise un ensemencement en masse et cela, en transférant 1 ml de chaque dilution au fond d'une boîte de Pétri, ensuite une quantité de 15 ml du milieu Sabouraud est coulée, homogénéisé et incubé les boîtes. Après incubation à 28°C pendant 4 jours, on réalise un dénombrement, on ne considère que les boîtes où on peut compter facilement le nombre de colonies apparues, c'est-à-dire qui se situe entre 30 et 300. Pour une même dilution, on refait 3 essais, pour avoir un nombre moyen et augmenter la précision du dénombrement (Figure 9).



**Figure 9** : Technique de dénombrement en milieu solide (en masse) (ISO 7218).

- **Lecture et expression des résultats selon la norme ISO 7218 : Août 2004.**
- ✓ **Estimation des grands nombres**

Les boîtes contenant moins de 300 colonies au niveau de deux dilutions successives sont retenues. Pour qu'un résultat soit valable, on estime en général qu'il est nécessaire de compter sur au moins une boîte contenant au minimum 15 colonies. On obtient le nombre exact de germes par gramme de viande (N) en appliquant la formule suivante :

$$N = \Sigma c / V (n1 + 0,1 n2) d$$

$\Sigma c$  = somme des colonies sur les deux boîtes retenues ;

V = volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte ;

n1 = nombre de boîtes dans la première dilution ;

n2 = nombre de boîtes dans la deuxième dilution ;

d = dilution à partir de laquelle les premiers dénombrements sont obtenus.

Arrondir le résultat calculé à 2 chiffres significatifs

Si le 3ème chiffre est < 5 : le chiffre précédent n'est pas modifié ;

Si le 3ème chiffre est  $\geq 5$  : le chiffre précédent est augmenté d'une unité.

- ✓ **Estimation des petits nombres**

Si la boîte correspondant à la première dilution retenue renferme moins de 15 colonies, le résultat est exprimé comme suite :

$$NE = \frac{C}{V \times d}$$

NE = nombre estimé de microorganismes par g de viande;

C = le nombre de colonies comptées ;

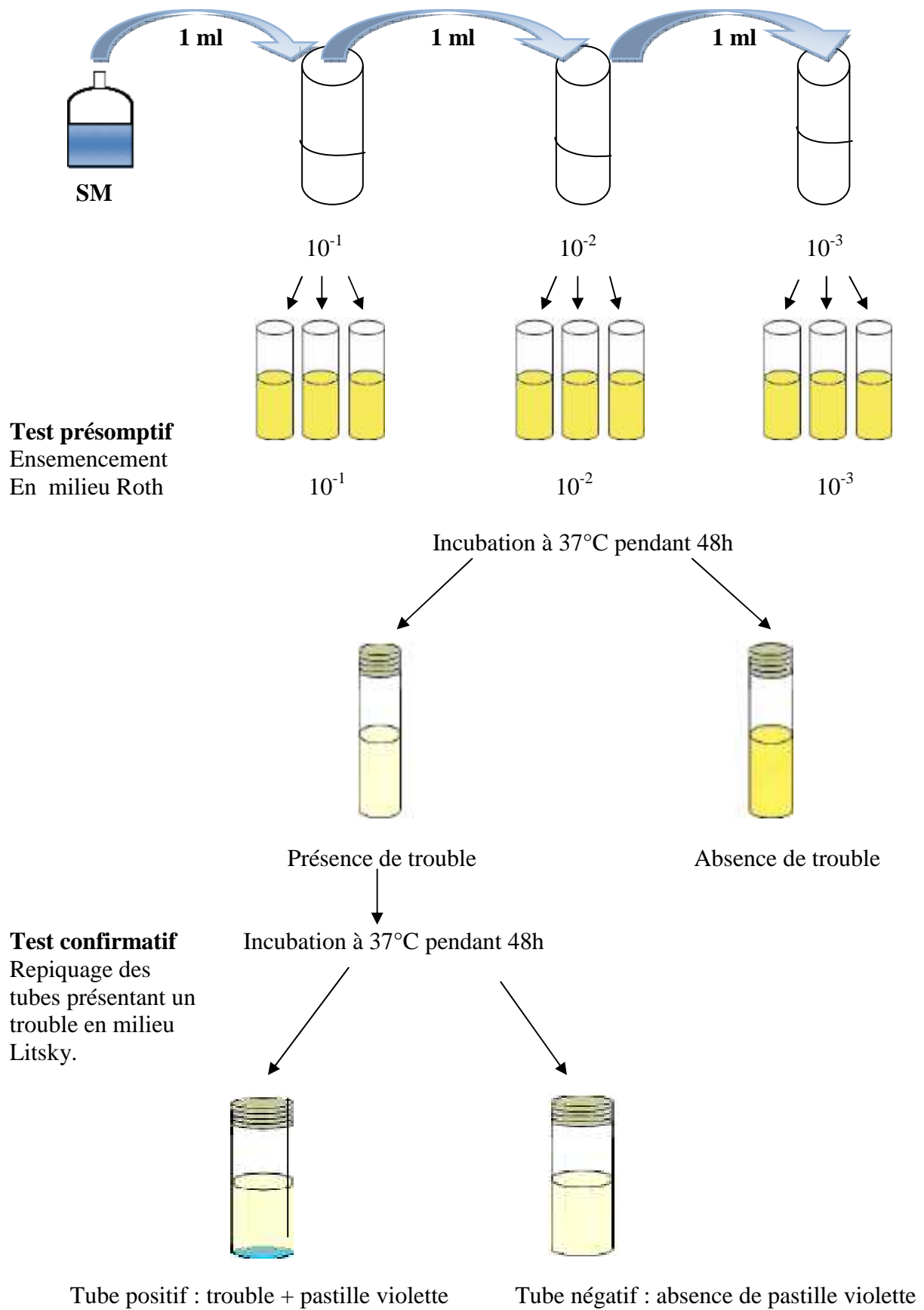
V = le volume de l'inoculum appliqué à la boîte;

d = le facteur de la première dilution retenue.

### 3-4-7-Dénombrement des streptocoques fécaux

Le dénombrement de cette microflore est réalisé par la méthode du Nombre le Plus Probable (NPP) en utilisant la table de Mac Grady, cette méthode repose sur une analyse statistique fournie par calcul : NPP/g, et nécessite deux tests, à savoir :

- **Test présomptif** : A partir de la SM on réalise une série de dilution de 3 tubes, chaque dilution est triplée, c'est-à-dire 3 dilutions ont étéensemencées en bouillon de Roth à raison de trois essais par dilution, les tubes sont incubés à 37°C pendant 48h.
- **Test confirmatif** : Après incubation, la présence des streptocoques fécaux se traduit par un trouble, les tubes positifs montrant une croissance sont repiqués en milieu liquide de Litsky et incubés à 37°C pendant 48h. Après incubation, les tubes positifs retenus sont les tubes présentant un trouble et comportant une pastille violette au fond (Figure 10).



**Figure 10:** Schéma simplifiant la méthode de dénombrement des streptocoques fécaux par la technique de tube multiple (NPP).

## ✓ Expression des résultats

Pour chaque dilution, on affecte un chiffre égal à la somme des tubes positifs, on obtient ainsi un nombre caractéristique de trois chiffres, on reporte le nombre caractéristique de la série sur la table statistique de Mac Grady en raison de trois tubes par dilution (ANNEXE 3).

On choisit le nombre le plus grand possible et si possible inférieur à 330 (meilleure répartition dans les dilutions), et lire le NPP dans la table de Mac Grady. Pour déduire la concentration en micro-organismes par ml de produit [N] on utilise la formule suivante:

$$[N] = \frac{\text{NPP}}{v} \times k$$

N = le nombre de microorganismes par ml du produit ;

K = l'inverse de la première dilution ;

V = volume de l'inoculum ;

NPP = nombre le plus probable qui correspond à la lecture du nombre caractéristique sur la table de Mac Grady.

Lorsque il s'agit d'un produit solide le cas de la viande, la formule sera égale à  $[N] \times 10$

### 3-4-8-Recherche et dénombrement des *staphylocoques aureus*

La recherche des Staphylococcus présumés pathogènes est réalisée en 3 étapes successives :

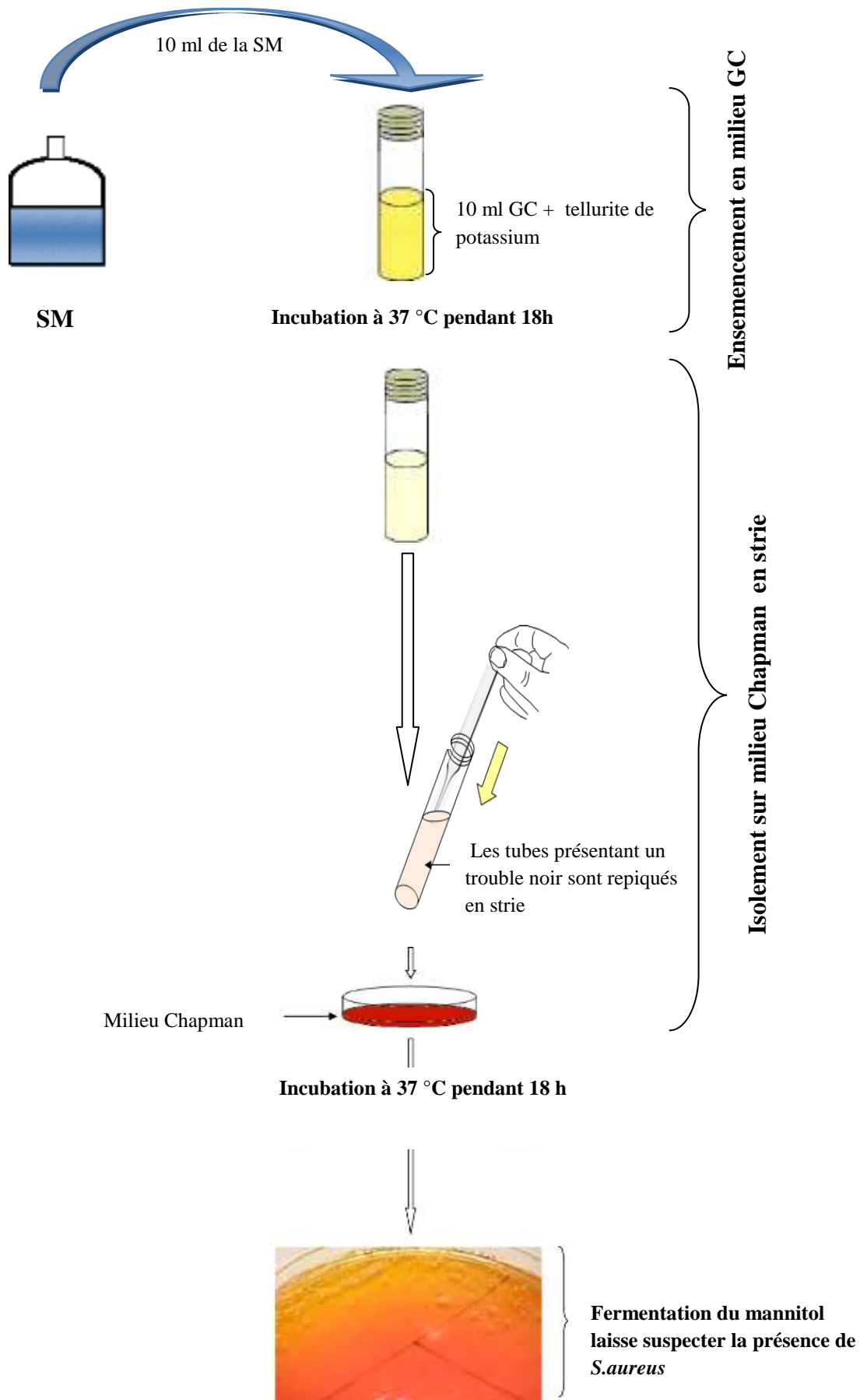
**1-Enrichissement :** Un tube contenant 10 ml du milieu GC additionné de quelques gouttes de tellurite de potassium pour lequel on ajoute 10ml de la SM est incubé à 37°C pendant 18h.

**2-Isolement :** Après 18 heures d'incubation, si le tube présente un noircissement ou un précipité noir (du à la réduction du tellurite en tellure) il est repiqué en stries sur gélose Chapman, et la boîte est incubée à 37°C pendant 18h (Figure 11).

Après incubation, l'apparition des colonies arrondies bombées de couleur jaune dorée laisse suspecter l'appartenance du germe à l'espèce de *S. aureus*. Le milieu Chapman contient du mannitol que le *S. aureus* fermente, et cette acidification de mannitol est révélée par virage de l'indicateur coloré, le rouge de phénol, au jaune doré autour des colonies. Les *S. epidermidis* apparaissent de couleur blanchâtre (elles ne fermentent pas le mannitol).

**3-Identification :** Pour confirmer la présence de *S. aureus*, il faut rechercher la présence de l'activité catalase (NF ISO 22148) et la présence d'une coagulase (NF ISO 22718) sur les boîtes qui ont donné des colonies jaune dorées.

En tout premier lieu, il faut s'assurer que la souche présente une morphologie en coque et en grappe à Gram positif par coloration de Gram. Les étapes de la coloration de Gram sont indiquées dans l'ANNEXE 4.



**Figure 11:** Schéma simplifiant la technique de dénombrement des *S.aureus*.

➤ **Test de coagulase**

✓ **Principe**

Le test de la coagulase est le test confirmatif utilisé pour confirmer la présence des *S. aureus*, le principe de ce test est simple. On met en contact du plasma de lapin, incapable de coaguler seul, avec un peu de bouillon cœur cervelle ou a été cultivé le germe étudié. Si le fibrinogène soluble dans le plasma se transforme en fibrine solide, un caillot se formera au fond du tube.

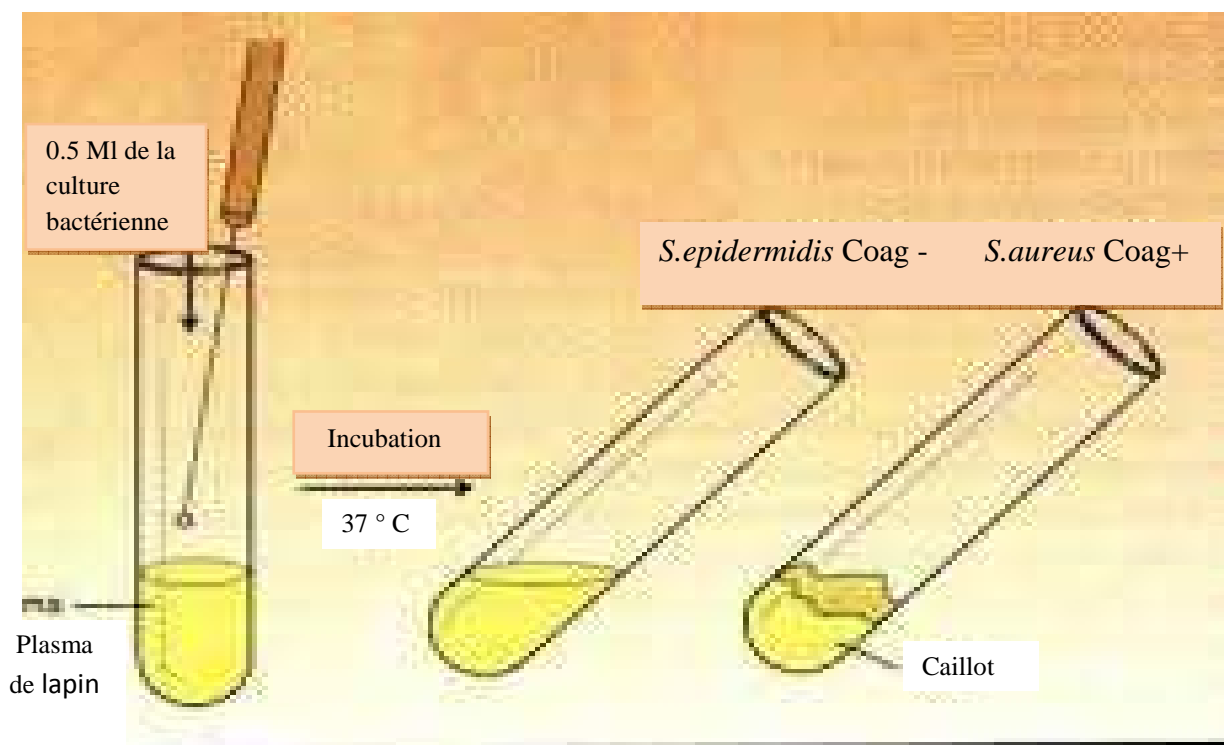
La coagulas est une enzyme capable de faire coaguler le plasma de lapin, parmi les coques Gram +, seuls les *S.aureus* possèdent cette enzyme. La production de coagulase permet de différencier les *S.aureus* des *S.epidermidis* et les *Micrococcus*.

✓ **Le mode opératoire**

Après incubation sur milieu Chapman à 37°C pendant 24h, on prélève quelques colonies suspectent d'être des *S.aureus*, et on les immerge dans un bouillon BHIB (bouillon cœur cervelle) et les incubent pendant 24h à 37°C.

Après 24h d'incubation, on prélève 0.5 ml de la culture bactérienne et on ajoute 0.5 ml de plasma de lapin dans un tube à EDTA, le tube est incubé et observé toutes les heures.

Si le plasma se coagule en moins de 24h, le germe appartient donc au Staphylococcus à coagulase positive productrice d'entérotoxines pathogènes (Figure 12).

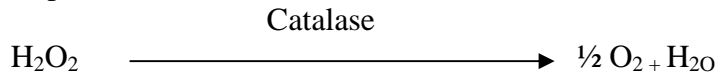


**Figure12** : Confirmation de la présence des *S.aureus* par le test de coagulase en utilisant le plasma de lapin.

➤ **Test de catalase**

✓ **Le principe**

Le test de catalase permet de détecter la présence de l'enzyme qui catalyse la réaction de dégradation du peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène lors du phénomène de la respiration de la souche.



✓ **Mode opératoire**

Sur une lame en verre propre, on dépose quelques gouttes de l'eau oxygénée ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), à l'aide d'une pipette Pasteur, on prélève une à deux colonies suspectes, les mettre en contact avec  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Si des bulles d'air se forment, donc la bactérie possède la catalase (Figure 13), si rien n'est observé, la bactérie ne possède pas cette enzyme (Figure 14).



**Figure 13:** Staphylocoque catalase+



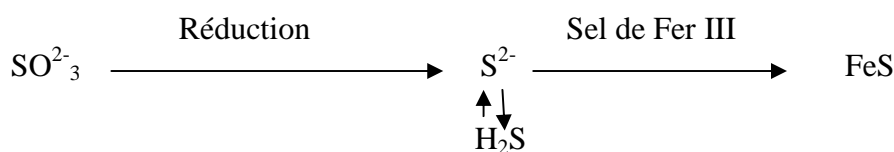
**Figure 14:** Staphylocoque catalase-

### 3-4-9-Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C (ASR à 46°C)

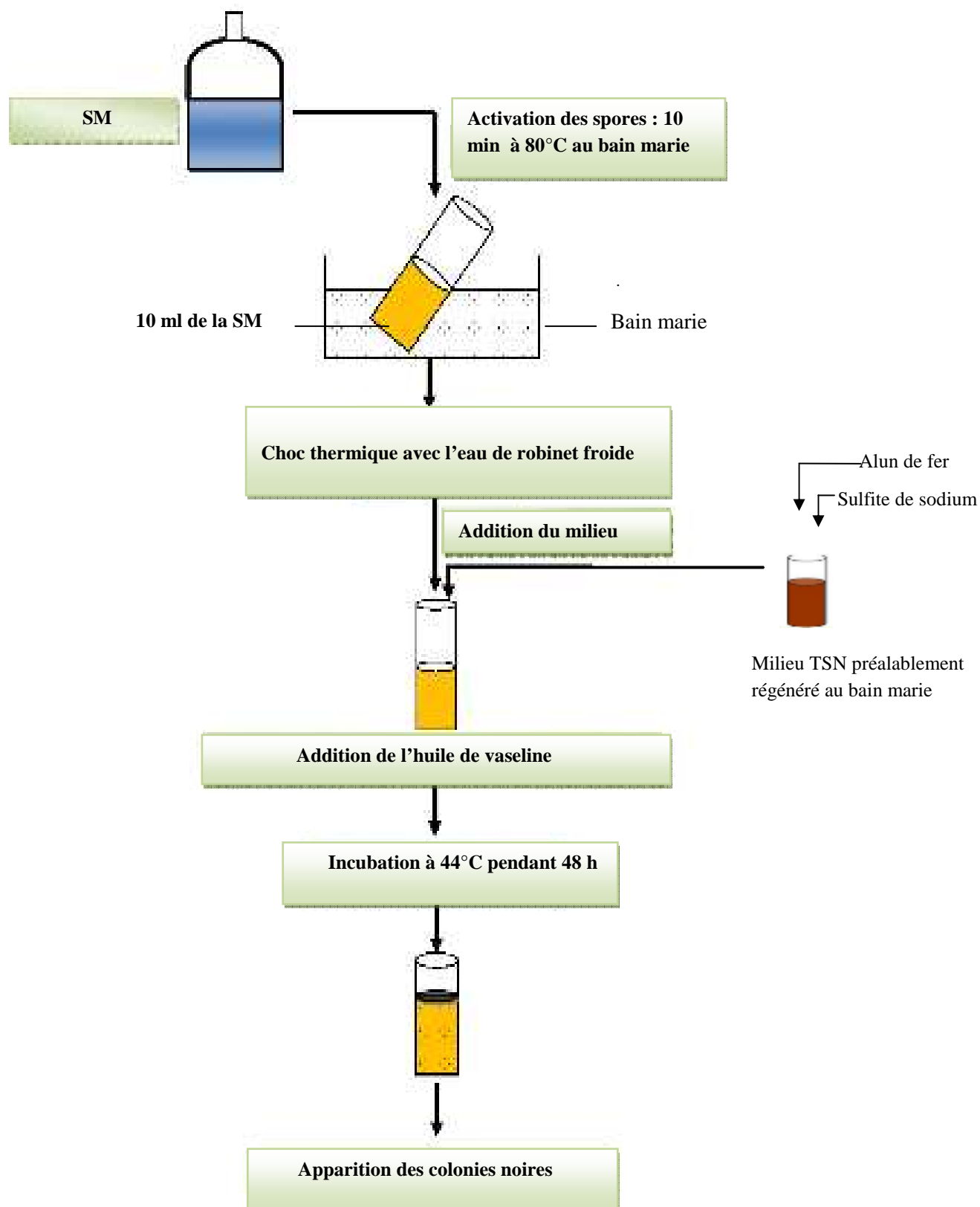
Les milieux gélosés TSN préalablement régénérés en étant portés à ébullition (90°C pendant 10 minutes) au bain marie, sont répartis dans cinq tubes à raison de 15 ml, auxquels on additionne 0.2 ml d'alun de fer et 0.5 ml de sulfite de sodium. La SM utilisée pour les manipulations précédentes est répartie dans 5 tubes stériles à raison de 5 ml. Les tubes sont chauffés à 80°C au bain marie pendant 10 min dans le but de détruire toutes les formes végétatives et d'activer les spores. Après le chauffage les tubes subissent un choc thermique (ils sont rapidement refroidis avec l'eau de robinet).

On transfère la gélose dans les tubes refroidis, on mélange soigneusement en évitant au maximum la formation des bulles d'air, après solidification une couche d'huile de vaseline est additionnée à la surface dans le but de maintenir l'anaérobiose, enfin les tubes sont incubés à 44°C pendant 48h.

Les ASR ont la capacité d'utiliser les sulfites et le citrate de fer III présent dans le milieu, ces derniers permettent de révéler par un précipité noir la présence de sulfures d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) issus de la réduction des sulfites en sulfure de fer ( $\text{FeS}$ ) par ces bactéries.



Les ASR se développent sous forme de grosses colonies noires, chaque colonie est issue d'une spore, les colonies sont dénombrées et le résultat est exprimé en nombre de colonies par g de viande



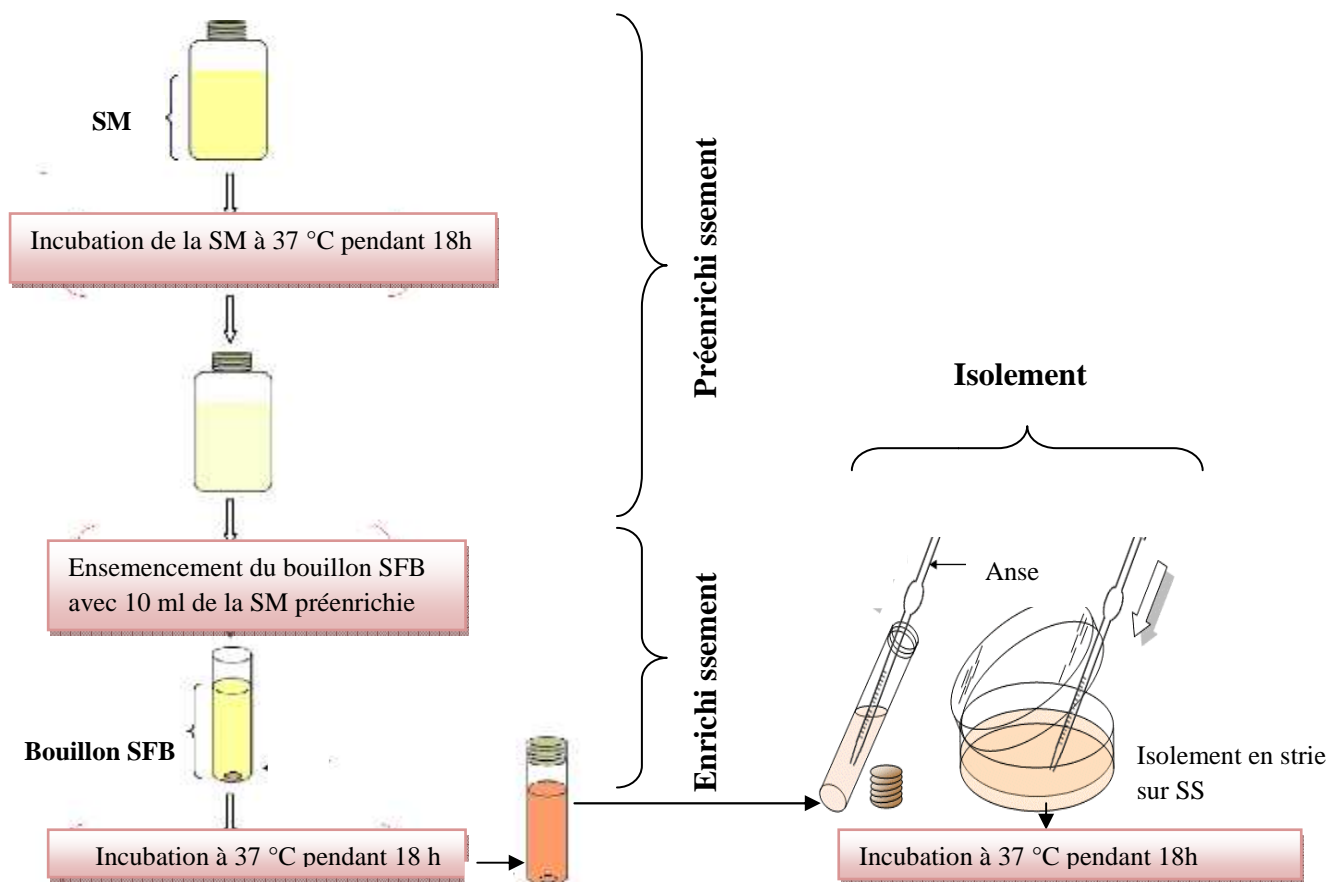
**Figure 15:** Schéma simplifiant la technique de recherche et dénombrement des ASR à 46°C.

## 3-4-10-Recherche des salmonelles

Les micro-organismes pathogènes comme les salmonelles sont généralement présents en petit nombre dans les aliments, leur mise en évidence nécessite donc plusieurs étapes successives, elle s'est effectuée selon la norme AFNOR V-08-052-1993 (figure 16).

- La première étape consiste en une revivification grâce à la réalisation d'une suspension-mère de pré-enrichissement. La SM utilisée pour les analyses précédentes est incubée à une température de 37°C pendant 18h, une odeur nauséabonde entraîne une suspension;
- La deuxième étape consiste en un enrichissement en milieu sélectif liquide, un tube contenant 10 ml de la solution pré enrichie est ensemencé dans 10 ml du bouillon SFB, et incubé à 37°C pendant 18h;
- La troisième étape consiste en un isolement en milieu solide sélectif, le milieu d'isolement utilisé est la gélose SS. Une fine couche de ce milieu est coulée sur une boîte de Pétri, après solidification, un ensemencement en strie est réalisé à l'aide d'une anse à fil bouclé trempée dans la solution enrichie, la boîte est incubée retournée à 37°C pendant 24h.

Après incubation les salmonelles se développent sous forme de colonies à centre noir (produisent le H<sub>2</sub>S à partir de la cystéine), alors que les shigelles apparaissent incolores (elles ne produisent pas le H<sub>2</sub>S).



**Figure 16 :** Schéma simplifiant la méthode de recherche des salmonelles.

### 3-5-Méthode d'analyse statistique

Les résultats du dénombrement microbiologique calculés à partir de la moyenne arithmétique des unités formant colonies sur deux boîtes de pétri à la même dilution sont convertis en logarithmes décimaux (log UFC/g). Pour chaque germe dénombré, les statistiques descriptives ont été calculées, l'écart-type, la moyenne, la valeur maximale et la valeur minimale ont été déterminés.

Le calcul de la moyenne permet d'apprécier le niveau moyen de la contamination des échantillons analysés. L'écart-type permet de mesurer la dispersion des résultats autour de leurs moyennes, il sera d'autant plus grand que les résultats.

Les niveaux moyens de contamination de chaque germe dénombré sur les deux types de viandes sont traités avec le test de Student pour deux échantillons indépendants (variables quantitatives), les variables qualitatives (recherche des salmonelles) ont été traitées par le test de Chié 2. L'analyse statistique est réalisée à l'aide du logiciel STATISTICA ver 7.1 et les différences au seuil Pvalue  $\leq 0,05$  ont été considérées comme statistiquement significatives.

### 3-6-Questionnaire de l'étude

Les conditions d'hygiène au niveau de la boucherie jouent un rôle déterminant dans la qualité sanitaire des viandes. Pour mieux comprendre cette notion d'hygiène, nous avons jugé nécessaire d'utiliser un questionnaire, administré aux bouchers pour recueillir des informations sur les pratiques d'hygiènes, de manipulation et de conservation des viandes (l'ANNEXE 5).

### 3-7-Méthode d'interprétation des résultats

Les normes microbiologiques applicables à la viande existent dans différents pays mais varient beaucoup d'un pays à l'autre. L'interprétation des résultats se fera conformément à l'arrêté interministériel du 27 mai 1998 paru sur le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA)/ n °35 (1998) pour les viandes de boucherie (Tableau II).

1/- L'interprétation des résultats de l'analyse de recherche de salmonelles s'effectue selon un plan de deux classes (Figure 17).

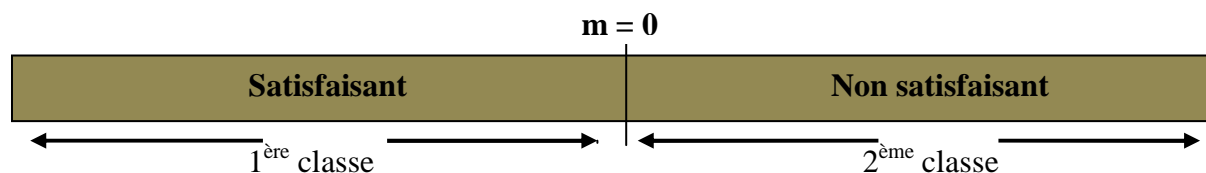


Figure17 : Schéma d'un plan à 2 classes.

2/- L'interprétation des résultats de dénombrement des germes s'effectue selon un plan à trois classes (Figure 18).

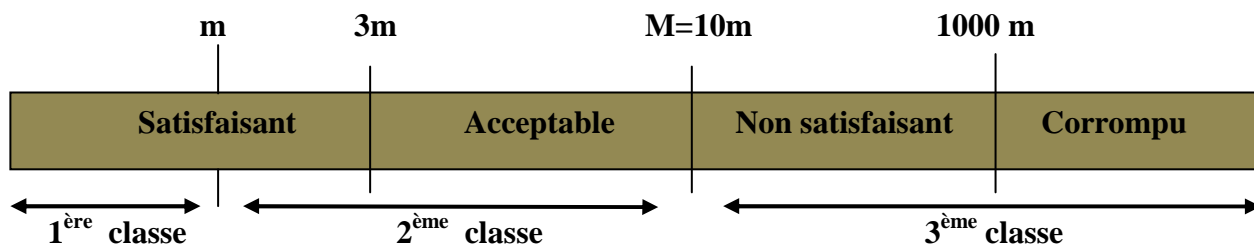


Figure 18: Schéma d'un plan à 3 classes.

Tableau II : Les critères microbiologiques définis par le JORA pour les viandes de boucherie.

	Type de viande	microorganisme	m	M	c
Viande de Boucherie	Portion unitaire conditionnée, réfrigérée ou congelées, et portion unitaires du commerce de détail réfrigérée ou congelée	FMAT	$10^6 =$ 6log UFC/ g	$10^7 =$ 7log UFC/g	3
		CF	$3 \cdot 10^2 =$ 2.47 log UFC/g	$3 \cdot 10^3 =$ 3.47 log UFC/g	2
		<i>S. aureus</i>	$2 \cdot 10^2 =$ 2.3 log UFC /g	$2 \cdot 10^3 =$ 3.3 log UFC/g	2
		ASR à 46 °C	$10 =$ 1 log UFC/g	$30 =$ 1.47 log UFC/g	2
		Salmonelle	Absence		
	Pièce conditionnée sous vide ou non, réfrigérée ou congelée	FMAT	$5 \cdot 10^4 =$ 4.69 log UFC/g	$5 \cdot 10^5 =$ 5.69 log UFC/g	2
		CF	$10^2 =$ 2 log UFC/g	$10^3 =$ 3 log UFC/g	2
		ASR à 46°C	Absence		
		Salmonelle	Absence		

**m** = représente le critère fixé; **M** = représente le seuil d'acceptabilité ou le seuil limite au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants mais sans que le produit soit dangereux ; **c** = représente le nombre d'échantillons tolérés au-delà du seuil d'acceptabilité.

## *Chapitre II*

### *Résultats et discussions*

---

Dans le but d'évaluer la qualité microbiologique des viandes locales et importées mises sur le marché, nous avons effectué des analyses microbiologiques (dénombrement de la FMAT, LM, CF, Streptocoques fécaux, *S.aureus*, ASR à 46 °C et recherche des salmonelles) sur 20 échantillons provenant de différentes boucheries et de différents points de vente de la wilaya de Tizi Ouzou, et les résultats des différentes analyses microbiologiques sont indiqués dans l'ANNEXE 6.

L'analyse statistique réalisée en utilisant le Test de Student pour deux échantillons indépendants, a révélé qu'il n'y a aucune différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre les moyennes de FMAT (Pvalue  $0,18 > 0,05$ ), LM (Pvalue  $0,15 > 0,05$ ), *S.aureus* (Pvalue  $0,24 > 0,05$ ), Streptocoques fécaux (Pvalue  $0,2 > 0,05$ ), Anaérobies sulfito-réducteur ( $0,61 > 0,05$ ) dénombrées sur les deux types de viande.

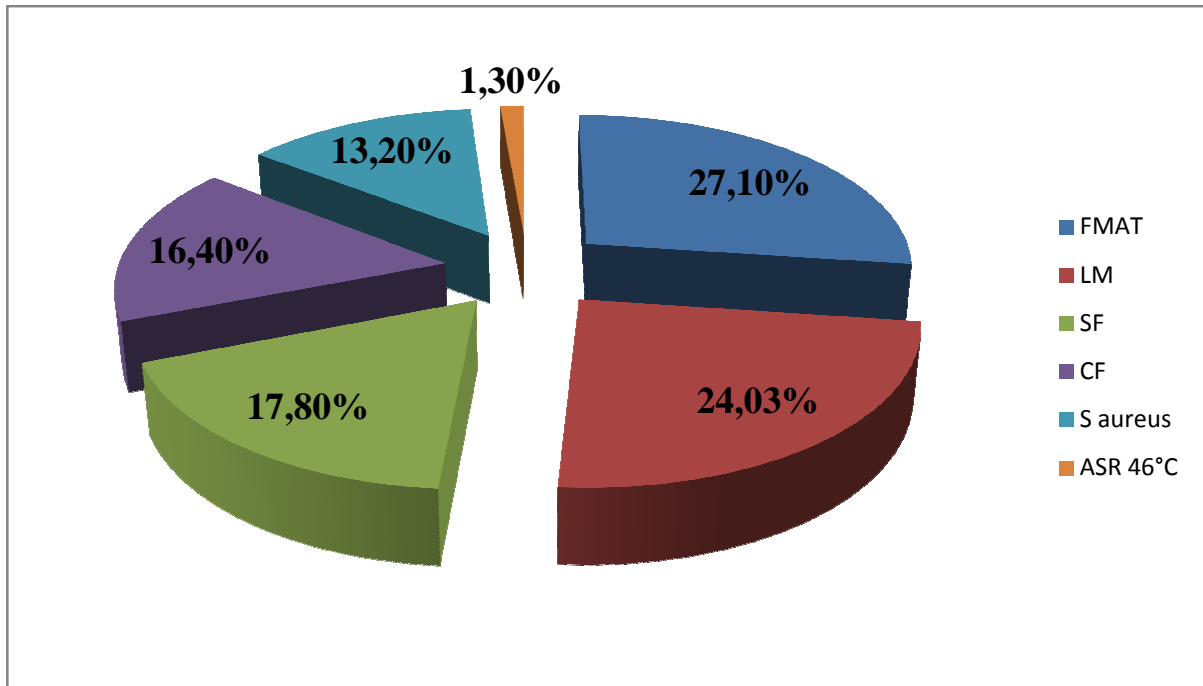
De même, le test de Chi 2 utilisé pour comparer entre les variables qualitatives (recherche des salmonelles) a montré également aucune différence significative au seuil  $\alpha = 0,05$  ( $0,36 > 0,05$ ).

Cependant, les charges moyennes en CF dénombrées sur la viande locale et sur la viande importée sont statistiquement significatives (Pvalue  $0,03 > 0,05$ ).

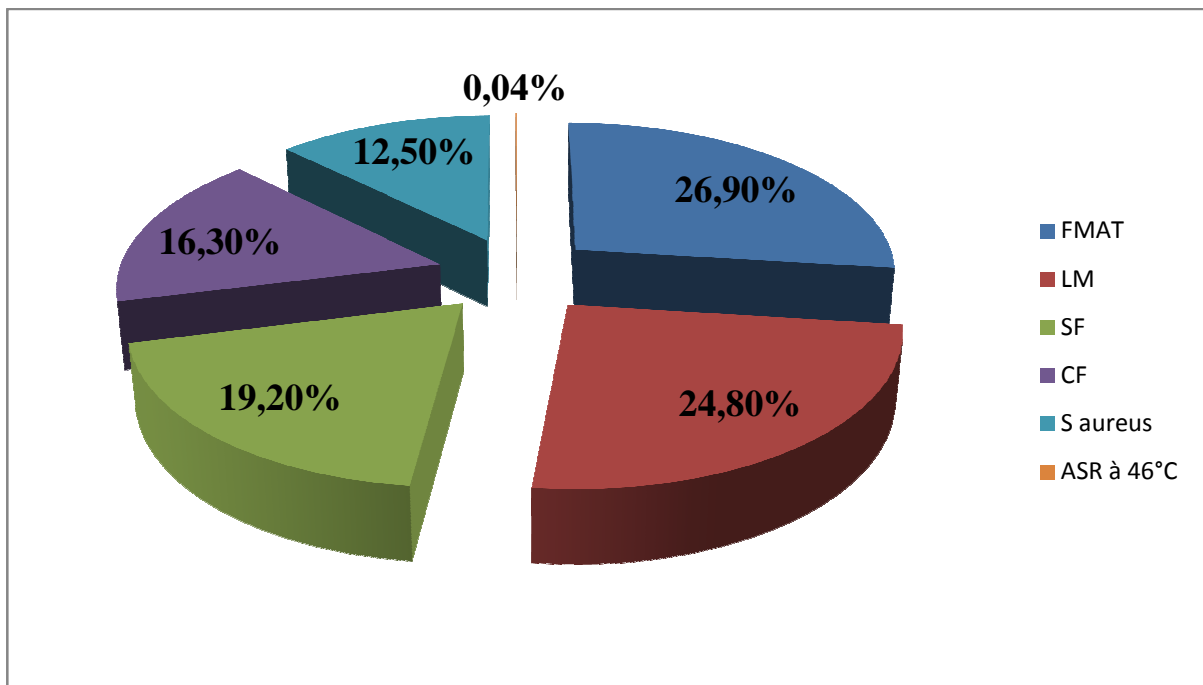
L'analyse microbiologique des échantillons prélevés, a révélé la présence de tous les germes étudiés. Les résultats représentés en pourcentage (Figure 19, Figure 20), montrent que la FMAT est la flore prédominante, elle représente 27,1 % et 26,9 % de la flore globale dénombrée sur la viande locale et importée respectivement, suivi des LM dont les pourcentages sont de l'ordre de 24,03 % et 24,8 % respectivement.

Les *streptocoques fécaux* et les coliformes fécaux représentent des proportions de l'ordre de 17,8 % et 16,4 % de la flore globale dénombrée sur la viande locale, 19,2 % et 16,3 % de la flore globale dénombrée sur la viande importée, suivi des *S.aureus* avec un pourcentage de 13,2 % et 12,5% sur la viande locale et importée respectivement.

Enfin, les ASR à 46 °C sont les moins représentés dans cette étude, avec un pourcentage de 1,33% sur la viande locale et 0,04 % sur la viande importée.



**Figure 19 :** Proportion des germes de contamination dans la viande locale (FMAT : Flore Mésophile aérobie totale ; CF : Coliformes fécaux ; LM : Levures et moisissures ; SF : *Streptocoques fécaux* ; *S aureus* : *staphylocoques aureus*).

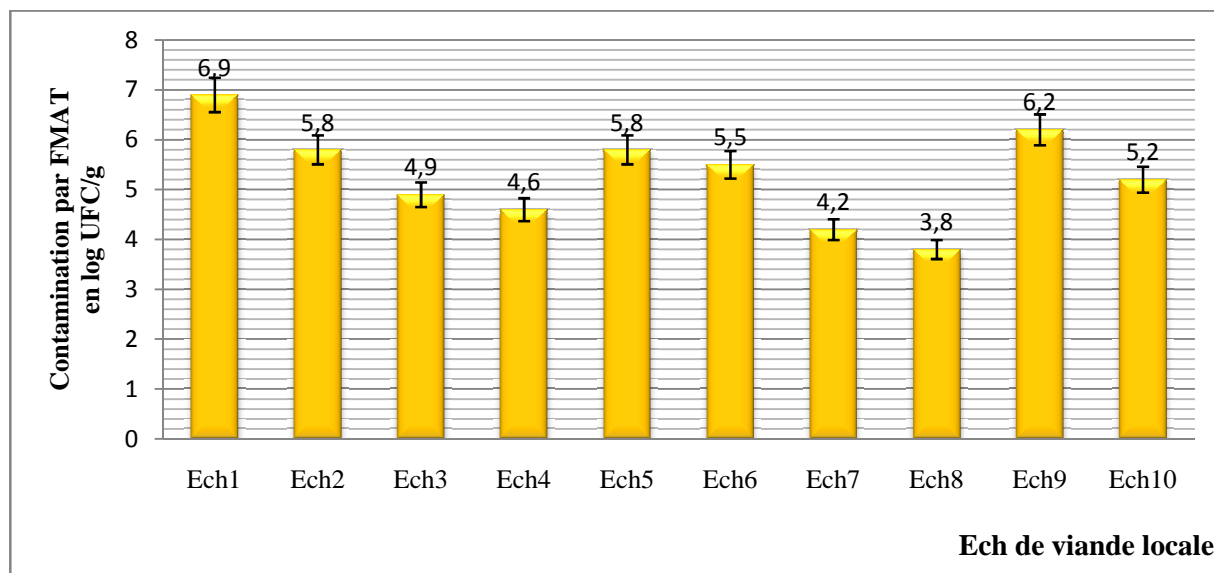


**Figure 20 :** Proportion des germes de contamination dans la viande importée (FMAT : Flore Mésophile aérobie totale ; CF : Coliformes fécaux ; LM : Levures et moisissures ; SF : *Streptocoques fécaux* ; *S aureus* : *staphylocoques aureus*).

## 1- La viande locale

### 1-1-Flore mésophile aérobie totale (FMAT)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par la FMAT sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 21:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par la FMAT en log UFC/ g.

Le résultat montre que la totalité des échantillons étaient contaminés par la FMAT, nous avons remarqué également que le niveau de contamination varie d'un échantillon à un autre. En effet, nous avons enregistré sur l'échantillon 8 un niveau minimal de 3,8 log UFC/g qui passe à un niveau plus élevé de l'ordre de 6,9 log UFC/g sur l'échantillon 1, avec une moyenne de contamination de l'ordre de  $(6,1 \pm 6,4 \text{ log UFC/g})$  (Tableau III).

**Tableau III:** Les critères microbiologiques, moyenne  $\pm$  écart-type et seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement de la FMAT au niveau de la viande locale.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
FMAT	3,8 log UFC/g	6,9 log UFC/g	6,1 $\pm$ 6,4 log UFC/g	6	7

La FMAT regroupe l'ensemble des bactéries aptes à se développer à une température de 30°C, Il peut s'agir d'entérobactéries, de *Bacillus*, *staphylocoques*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes.

Selon ANON (2006), la flore mésophile aérobie totale est une mesure générale de l'état microbiologique de la viande. Une charge élevée en FMAT peut s'accompagner d'un début

d'altération de la viande. En effet, d'après GHAFIR et DAUBE (2007), au-delà de 7 log UFC/g ces germes entraînent un état de putréfaction de celle-ci.

Les résultats obtenus par cette étude montrent que le niveau moyen de la contamination des dix échantillons de la viande locale est de l'ordre de 6.1 log UFC/g qui est légèrement supérieur à la valeur seuil admise par les critères microbiologiques du JORA. La valeur de référence définie par ces critères est de l'ordre de 6 log UFC/g.

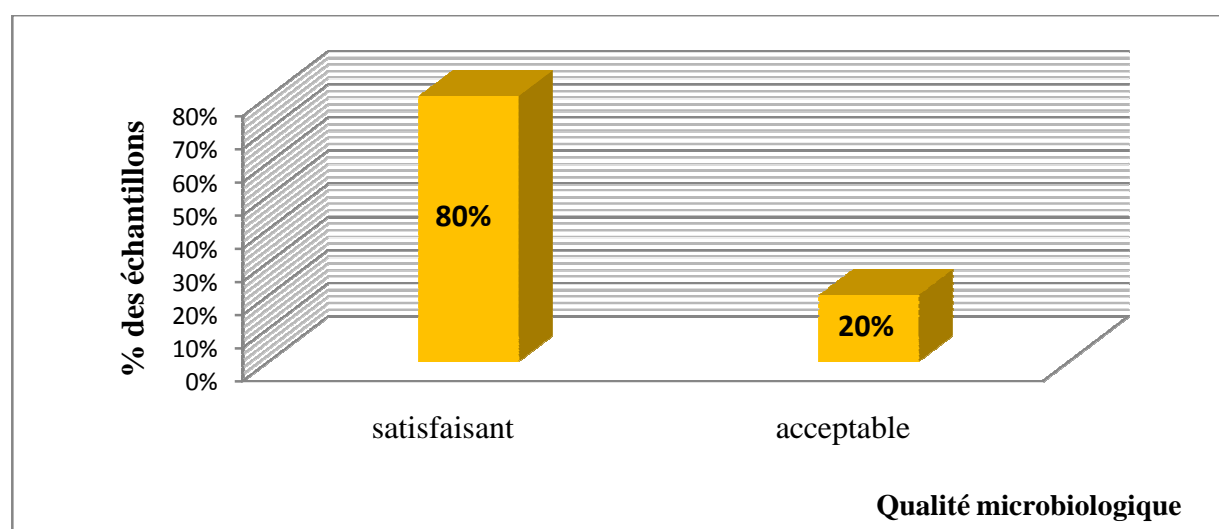
Nos résultats sont en concordance avec les résultats apportés par ADZITEY et *al* (2011). Cependant, des moyennes obtenues par BOGERE et *al* (2014); JAHAN et *al*. (2015); TAFESSE et *al* (2011), qui sont de 9,3 log UFC/g, 8,34 log UFC/g et 8,07 log UFC/g respectivement, sont significativement supérieures à notre résultat.

Les moyennes élevées enregistrées dans ces pays ont pour cause le climat humide et chaud. D'ailleurs, MUKHOPADHYAY (2009) a souligné que, les zones climatiques chaudes et humides contribuent à l'augmentation des charges des aérobies totaux sur la viande.

En revanche, d'autres études effectuées sur des carcasses bovines par NOUICHI et *al* (2009) et HAMMOUDI et *al* (2013), montrent des charges moyennes de (4,48 log UFC/cm<sup>2</sup>); (3,17 log UFC/cm<sup>2</sup>) respectivement. Ceci peut être expliqué par le fait que la qualité microbiologique de la viande se dégrade souvent de l'abattoir à la boucherie ; la contamination augmente dans l'ensemble au cours du transport et davantage au poste de vente (SALIFOU et *al.*, 2013).

La comparaison de nos résultats aux critères microbiologiques montre que, 20 % des échantillons (c'est-à-dire 2/10) sont de qualité acceptable et qui ont donné des valeurs comprises entre m (6log UFC/g) et M (7log UFC/g), alors que 80% sont de qualité satisfaisante (ils ont donné des moyennes conformes au critère défini) (Figure 22).

Le nombre des échantillons acceptables tolérés est défini par le JORA ( $c = 3$ ). A la lumière de ces résultats, nous pouvons déduire que les viandes locales, mises à la disposition des consommateurs sont de qualité hygiénique globale acceptable.



**Figure 22 :** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction de la FMAT.

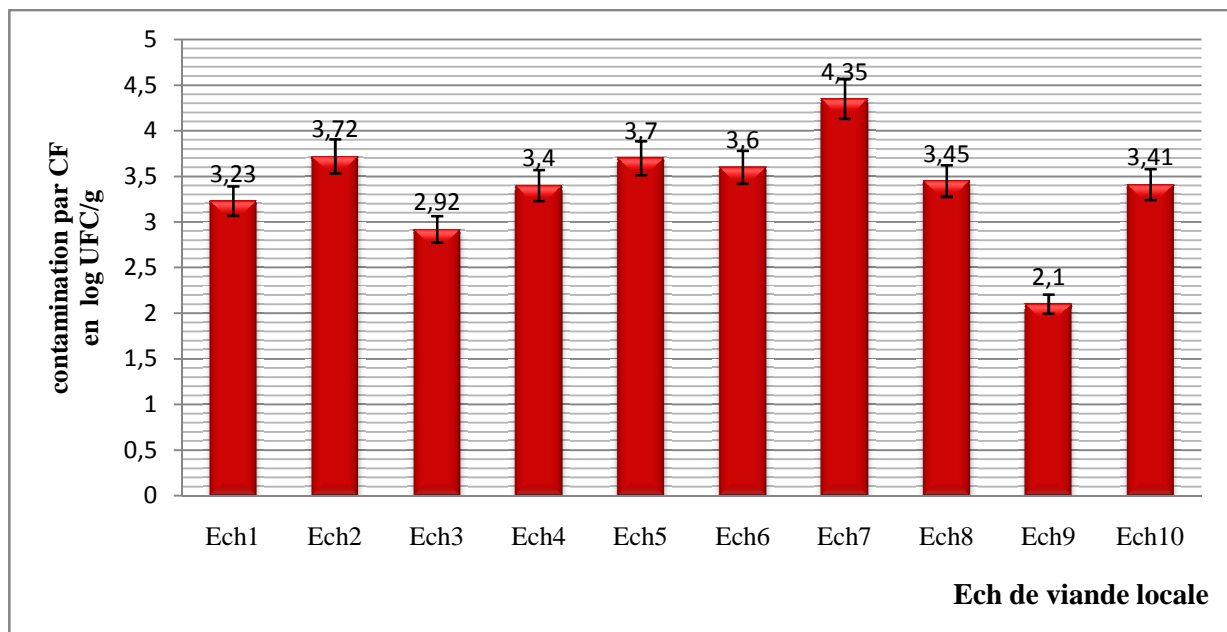
La présence de la FMAT au-delà des limites définies, peut signifier un défaut d'hygiène au niveau de l'abattoir, en effet la non maîtrise des opérations d'abattage (la saignée, l'éviscération, le dépouillement) s'accompagne souvent d'une contamination des carcasses par les bactéries vivant dans le tube digestif et la peau des animaux.

La charge en FMAT est cependant beaucoup plus influencée par les étapes en aval de la chaîne d'abattage, notamment les conditions de transport et de stockage et plus particulièrement la température et la durée de conservation. En effet, NEVRY *et al* (2011) ont montrés dans leur étude que la présence des charges élevées de la FMAT peut être due à une exposition de la viande à des températures élevées et à une conservation prolongée dans les boucheries. Ces explications peuvent être attribuées à l'échantillon provenant de la boucherie 1, qui a donné la valeur maximale de contamination (6,9log UFC/g), cette valeur est proche du seuil de la putréfaction superficielle des viandes rouges, de ce fait, elle peut être considérée comme altérée.

Lors de la collecte des échantillons, nous avons observés que les camionnettes frigorifiques de transport sont dépourvues de crochets pour suspendre les carcasses, ces dernières sont entassées sur les planchers des véhicules de transport non nettoyés. Les opérations de découpe et de vente contribuent également à travers les outils utilisés ainsi qu'à la main d'œuvre à la contamination de nouvelles surfaces mises à nues.

### 1-2-Les Coliformes fécaux (CF)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par les CF sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 23 :** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les CF en log UFC/ g.

La moyenne logarithmique de la contamination des dix échantillons de la viande locale est de l'ordre de  $3,7 \pm 3,8$  log UFC/g rangée entre 2,1 et 4,35 log UFC/g.

La charge minimale de contamination est enregistrée au niveau de l'échantillon 9 avec une valeur de l'ordre de 2,1 log UFC/g, tandis que la charge maximale (4,35 log UFC/g) est obtenue de l'analyse de l'échantillon provenant de la boucherie 7 (Tableau IV).

**Tableau IV:** Les critères microbiologiques, moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des CF au niveau de la viande locale.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
CF	2,1 log UFC/g	4,35 log UFC/g	$3,7 \pm 3,8$ log UFC/g	2.47	3.47

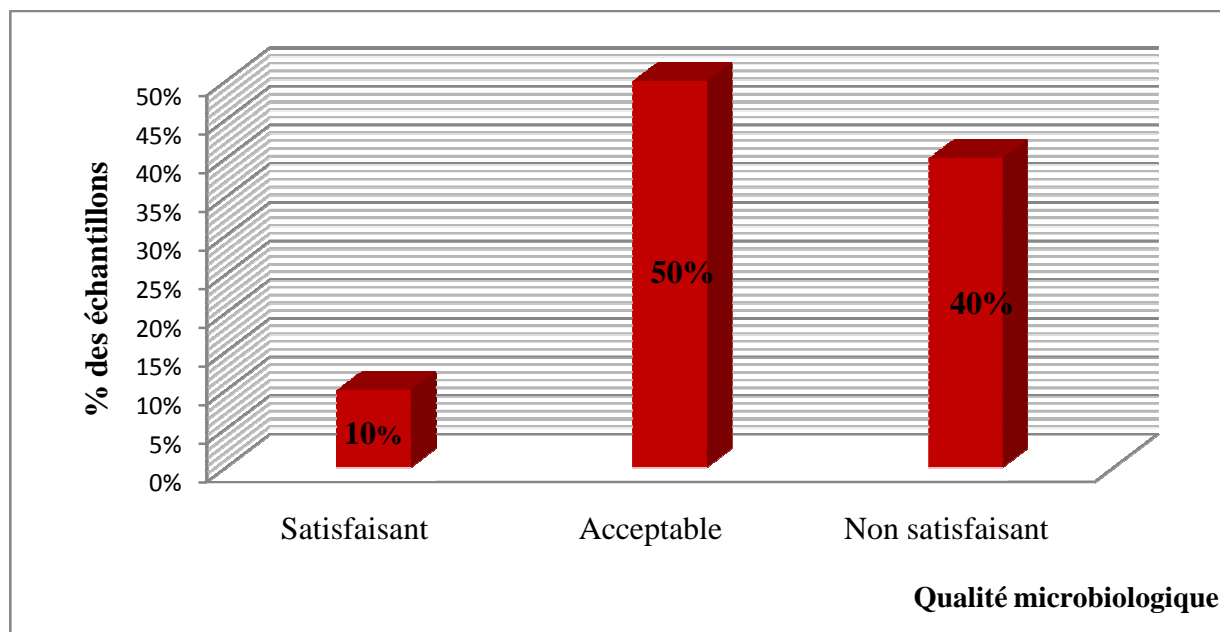
Le terme CF renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Bien que la majorité de ces germes sont considérés comme non pathogènes, ils peuvent dans certains cas, être responsables de troubles de gastro-entérites chez l'homme, l'exemple d'E. Coli 0157:H7. Une forte charge en CF ou une colimétrie élevée peut prédire la présence de micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles, cela est en conformité avec nos résultats. En effet, les échantillons qui ont donné les taux élevés en CF ont été trouvés positifs pour les salmonelles.

Les résultats obtenus montrent que la charge moyenne des CF dénombrée au cours de l'analyse de la viande locale est de l'ordre de  $3,7 \pm 3,8$  log UFC/g. Cette moyenne bien qu'elle est relativement élevée par rapport à la norme en vigueur (2,47 log UFC/g), elle reste inférieure par rapport à l'étude de ANTWI-AGYEI (2014), qui ont dénombré une moyenne de 7,33 log UFC/g.

Notre résultat se rapproche des résultats obtenus par UKUT et al (2010) qui ont enregistrés une contamination moyenne de 3,6 log UFC/g. En revanche, l'étude de KOFFI-NEVRY et al (2011) et GEBEYEHU et al (2013) a signalé des moyennes relativement inférieures, soit 1,83log UFC/g et 1,95 log UFC/g respectivement.

On comparant ces résultats aux critères microbiologiques définis par le JORA, on déduit que (Figure 24) :

- Uniquement l'échantillon 9 qui est conforme, et qui a donné un résultat inférieur ou égal au critère ;
- 50 % des échantillons sont de qualité acceptable, et qui ont donnés des valeurs comprises entre m (2,47 log UFC/g) et M (3,47 log UFC/g) ;
- 40% des échantillons ont donnés des charges supérieures au seuil d'acceptabilité admis, ces échantillons sont de qualité non satisfaisante. Après l'analyse de nos résultats, nous pouvons tirer une conclusion sur la qualité hygiénique non satisfaisante des viandes analysées.



**Figure 24 :** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des CF.

Les fortes charges des CF signalée par la présente étude indiquent une mauvaise qualité hygiénique des viandes analysées. En effet, la présence des flores vivantes dans le tube digestif de l'homme et des animaux sur la viande témoigne d'une contamination fécale assez importante.

Selon GILL et *al* (2000), les CF peuvent nous donnés certains renseignements sur les conditions sanitaires de l'abattoir et de son environnement. La contamination des viandes par ce germe se fait au moment de l'éviscération (ouverture des viscères ou en cas d'une éviscération tardive).

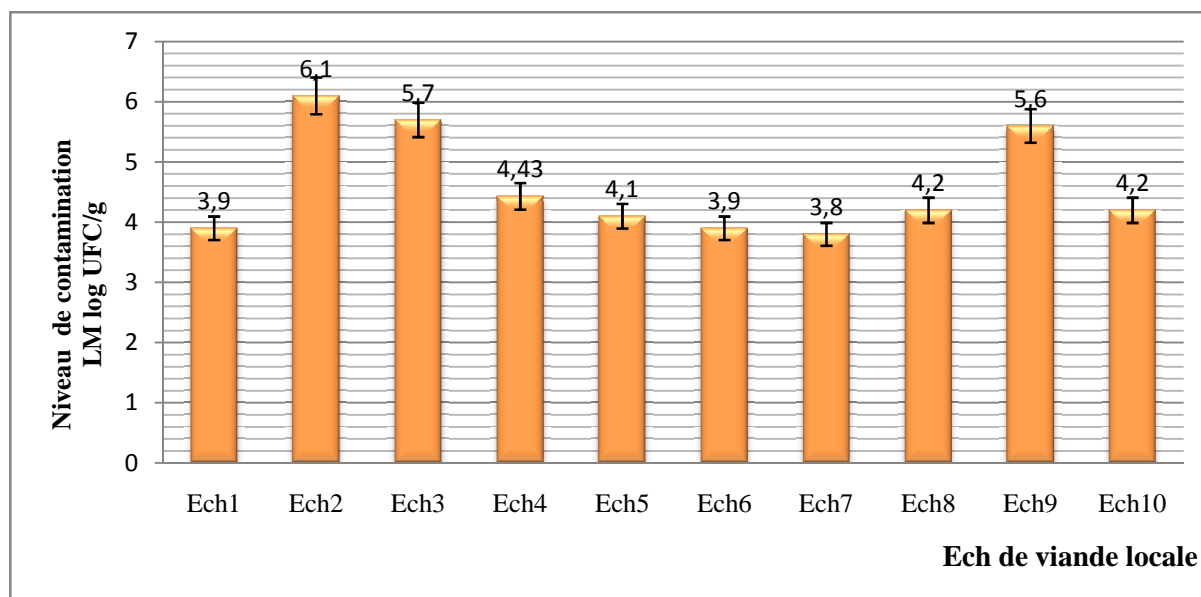
La contamination peut être également portée par l'homme suite à une mauvaise hygiène des mains. Lors de la collecte des échantillons nous avons observé que presque toutes les boucheries manquaient des installations de lavage des mains, la même personne qui traite la viande reçoit aussi de l'argent.

Les fortes charges signalées est un synonyme d'une défaillance du cycle de nettoyage-désinfection du matériel de découpe. En effet, dans la plupart de nos boucheries, le matériel est juste rincé à la fin de la journée. L'eau de lavage utilisée constitue également une source de contamination non négligeable.

Ce niveau de contamination fécale élevé nous conduit également à se poser de nombreuses questions, vu la nature des coliformes fécaux qui sont thermophiles c'est-à-dire ils ne peuvent se développer qu'à des températures très élevées (45,5°C). Certes, les températures dans les chambres froides ou lors du transport s'écartent des normes, il nous semble donc que le niveau de contamination est incompatible avec une réfrigération convenable.

## 1-3-Levure et moisissures (LM)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par les LM sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 25 :** Niveaux de contaminations des échantillons de la viande locale par les LM en log UFC/ g.

Cette figure représente les niveaux de contaminations des échantillons de la viande locale par les LM, l'observation montre que tous les échantillons ont été trouvés positifs pour cette microflore, on y remarque également que la charge en LM varie pour les 10 échantillons entre une valeur minimale de l'ordre de 3,8 log UFC/g enregistrée au niveau de l'échantillon 7 et une valeur maximale de contamination de l'ordre de 6,1 log UFC/g obtenue de l'analyse de l'échantillon 2.

Le niveau moyen de contamination des dix échantillons de la viande locale par les LM est de l'ordre de  $5,4 \pm 5,6$  log UFC/g (Tableau V).

**Tableau V :** La moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des LM au niveau de la viande locale.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type
LM	3,8 log UFC/g	6,1 log UFC/g	$5,4 \pm 5,6$ log UFC/g

Les LM sont des micro-organismes ubiquitaires, elles se développent facilement sur un milieu comme la viande, en général ils ne constituent aucun danger pour la santé publique, cependant certaines moisissures peuvent être infectieuses et provoquent des réactions allergiques. De même ils sont des agents importants de détérioration lorsqu'ils sont présents en nombre important.

La charge moyenne de contamination par les LM obtenue dans la présente étude (5.4 log UFC/g) est relativement supérieure à celle obtenue par BENAÏSSA et *al* (2015) sur des viandes camelines conservées au frais, et qui signalent une moyenne de 2,65 log UFC/g. Ce ci peut s'expliquer par des abattages de bovins importants, induisant un moindre respect des normes d'hygiènes.

De même, GUNGOR et *al.*, 2010 ont enregistré des valeurs encore plus faibles, soit une moyenne de 1,62 log UFC/g. Cependant, nos résultats avaient une moyenne plus faible par rapport aux résultats de DABOUZI et *al* (2010) au Maroc, et qui sont de l'ordre de 6,6 log UFC/g.

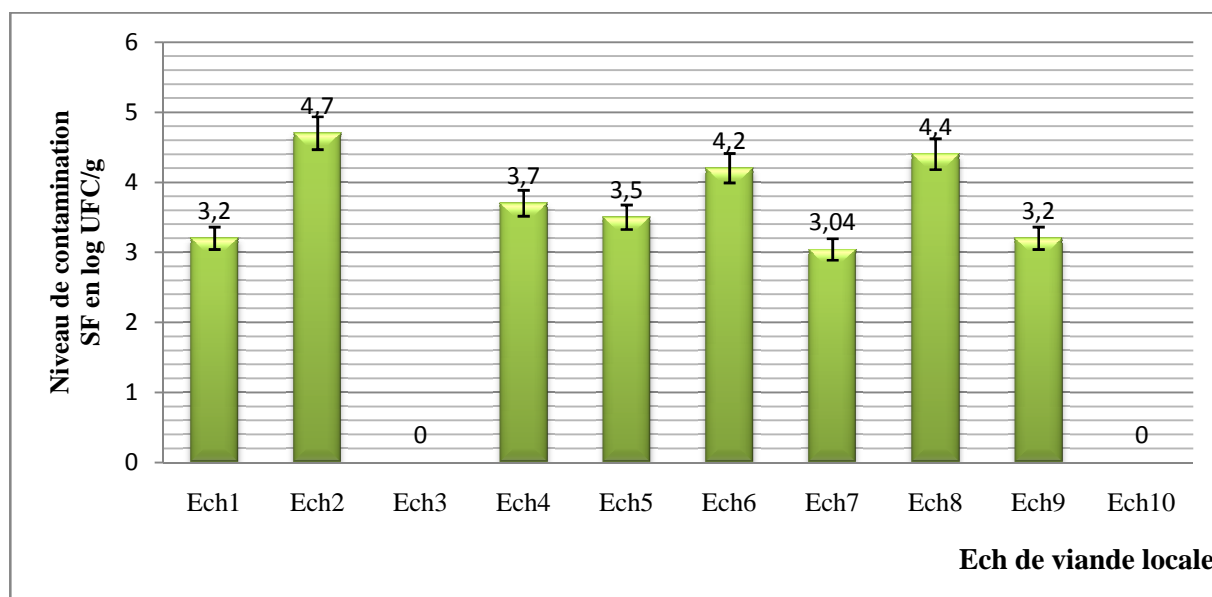
Le haut niveau de contamination par les LM obtenu dans cette étude peut être à l'origine de plusieurs causes. En effet, la viande disponible dans les boucheries est à travers d'une longue chaîne d'abattage et de transport, où chaque étape peut poser un risque de contamination par les LM. L'environnement de l'abattoir et de la boucherie, les opérations d'abattage, l'étape de la découpe à la boucherie, le matériel utilisé, le personnel, l'air, la poussière, le cuire et les poils des animaux sont des parfaits vecteurs de ces micro-organismes.

Dans les points de vente, la viande est sortie à chaque fois qu'un client se présente. Elle est donc exposée non seulement au contact direct des mains et des instruments (couteaux, scies, table de découpe) mais aussi à l'air ambiant contaminé et aux mouches.

Les LM sont des microorganismes qui se développent entre 15 et 30 °C avec un optimum de 25°C, leur croissance est habituellement stoppée par la réfrigération. La présence en nombre élevé de cette flore ubiquiste sur la viande indique une rupture de la chaîne de froid.

#### 1-4-Streptocoques fécaux (SF)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par les *streptocoques fécaux* sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 26:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les SF en log UFC/ g.

L'histogramme nous montre les niveaux de contaminations des échantillons de viande locale par les SF. Nous avons constaté à partir de ces résultats que cette microflore est présente dans la plupart des cas, cependant elle est absente sur l'échantillon 3 et l'échantillon 10.

Le niveau moyen de contamination est de l'ordre de  $4,0 \pm 4,2$  log UFC/g rangé entre une valeur minimale nulle et une valeur maximale de l'ordre de 4,7 log UFC/g obtenue de l'échantillon provenant de la boucherie 2 (Tableau VII).

**Tableau VII** : La moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des SF au niveau de la viande locale.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type
SF	00	4,7 log UFC/g	$4,0 \pm 4,2$ log UFC/g

Les streptocoques fécaux ont été isolés sur les viandes dans plusieurs études à travers le monde (KUTATH, 2010) ; (OBENG et *al.*, 2013). La prévalence en SF dans cette étude est supérieure à celle de ADIL M.A. et *al* (2014) qui rapportent une prévalence de 2% sur des échantillons de viandes bovines fraîches.

La moyenne de contamination de nos échantillons par ce germe (4,0 log UFC/g) est relativement élevée à celle de KEBEDE G (1986), qui signalent une moyenne de 2,16 log UFC/g sur le collier des carcasses bovines. Cependant, les travaux de KNUDSTON et *al* (1993) ont montrés des moyennes de contamination allant jusqu'à 8 log UFC/g.

Les fortes charges signalées pas la présente étude témoignent une mauvaise qualité hygiénique des viandes analysées, et indiquent une contamination fécale, d'origine animale (mauvaise hygiène des techniques d'abattage) ou d'origine humaine (défaillance d'hygiène du matériel de découpe, une défaillance d'hygiène des mains des bouchers).

Le rapport coliformes fécaux/entérocoques était utilisé comme un élément informatif de premier ordre pour déterminer si une pollution fécale était d'origine animale ou humaine, ce rapport est en général supérieur à 1 si la contamination est d'origine humaine, et inférieur à 1 si elle est d'origine animale.

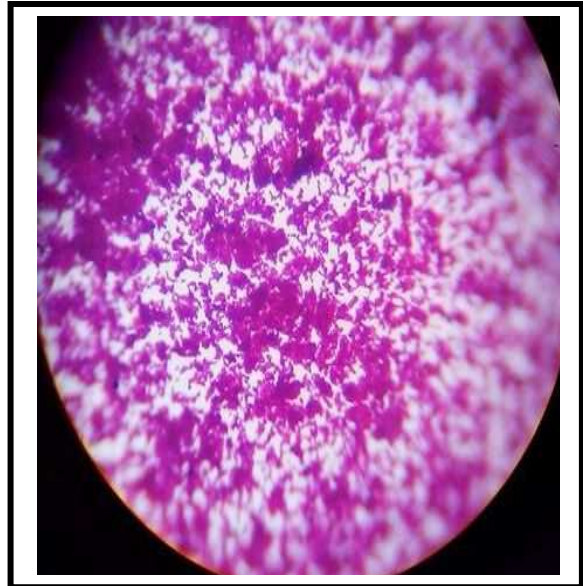
Ces microorganismes sont fréquents sur la peau et sur les onglons des animaux de boucheries, ainsi que sur les mains des ouvriers et dans les eaux de lavage, et sont responsables des infections urinaires digestives et endocardites chez l'homme.

1-5-*Staphylococcus aureus*

La confirmation de la présence de *S. aureus* dans les échantillons a pu se faire grâce au test de coagulase (Figure 27), après une coloration de Gram et l'observation microscopique de ses colonies qui révèle des cocci organisées en grappes colorées en violet, elles appartiennent donc à la famille des Gram positif (figure 28).

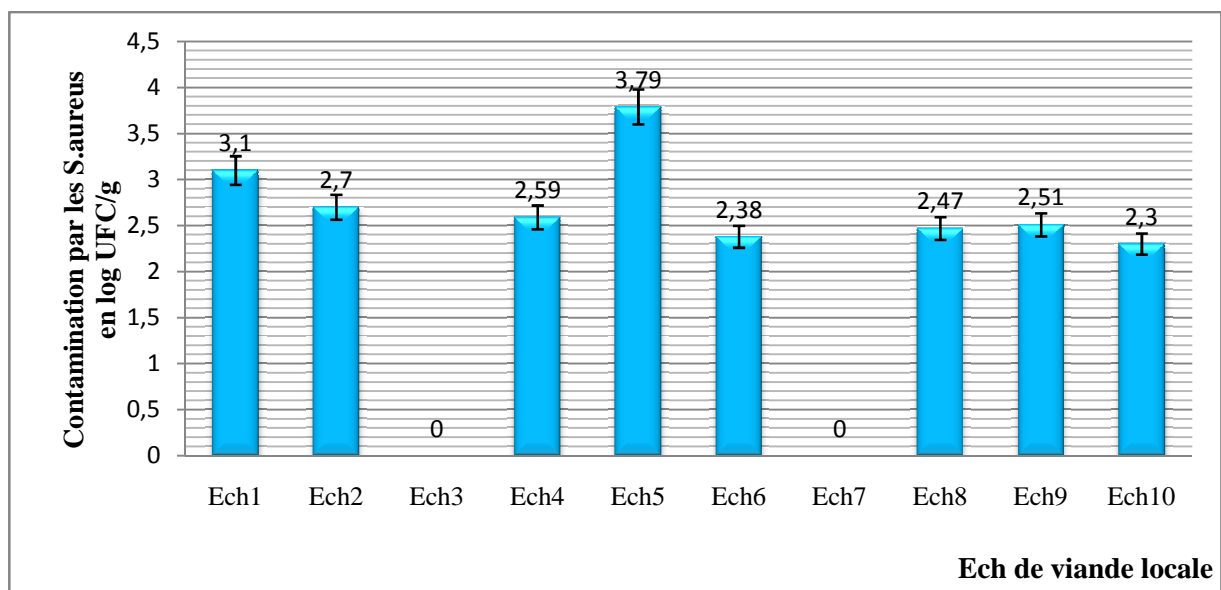


**Figure 27:** Confirmation de la présence de *Staphylocoques aureus* par le test de coagulase.



**Figure 28 :** observation microscopique *Staphylocoques aureus* après coloration Gram (photo originale, 2016)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par les *S.aureus* sont indiqués dans la figure ci-dessous



**Figure 29:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande locale par les *S.aureus* en log UFC/ g.

Il en ressort de l'observation de la figure 29 que la recherche des *S. aureus* s'est révélée positive pour 80% des échantillons. Les échantillons analysés présentent une charge en *S. aureus* qui varie de 0 à 3,8 log UFC/g pour une moyenne de l'ordre de 2,97 log UFC/g.

La valeur minimale (absence) a été enregistrée au niveau de l'échantillon 3 et 7, tandis que la maximale est enregistrée au niveau de l'échantillon provenant de la boucherie 5 avec une charge de l'ordre de 3,8 log UFC/g (Tableau VIII).

**Tableau VIII:** Les critères microbiologiques, moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des *S. aureus* au niveau de la viande locale.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
<i>S. aureus</i>	00	3,8 log UFC/g	2,97 $\pm$ 3,3 log UFC/g	2	3

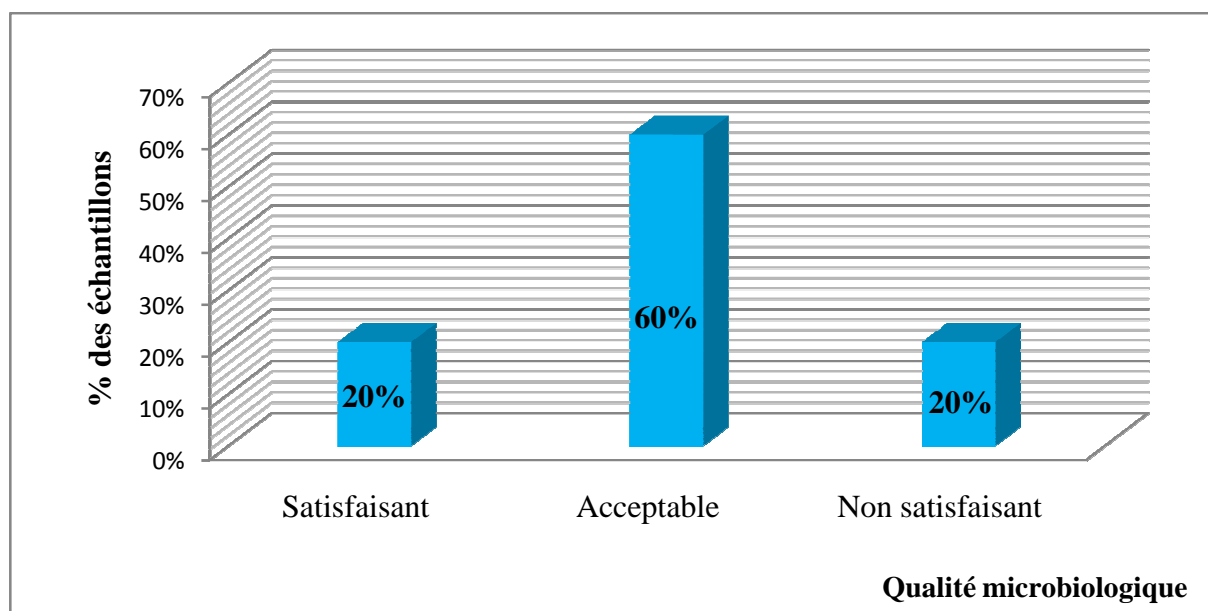
Cette recherche montre que dans 20% des échantillons le germe *S. aureus* est absent, alors que 80 % ont été positifs avec une moyenne de 2,97 log UFC/g, assez loin de la norme 2log UFC/g définie par le JORA, et assez loin par rapport à des études faites par KOFFI-NEVRY et al (2011) et ROBERTS et al (1980) qui ont annoncés des résultats de 1,53 log UFC/g et 0.5 log UFC/g respectivement.

Les résultats de notre étude sont identiques à ceux obtenus par AHMAD et al (2013). Cependant, ils avaient un niveau plus faible de *S. aureus* par rapport à d'autres conclusions où le niveau de contamination des échantillons de viandes analysés par BOUZID et al (2015) et PAUL BOGERE (2014) été de l'ordre de 4,61 log UFC/g. Toutefois, HASSOUNA et al (2002) et AHMED (2007) ont observés une absence totale de ce germe dans leurs travaux.

La comparaison de nos résultats aux critères définis par le JORA montre que :

- 20% des échantillons sont conformes à critère m fixé à 2 log UFC/g ;
- 60% des échantillons sont de qualité acceptable et qui ont donnés des valeurs comprises entre m et M.
- Enfin 20 % des échantillons ont donnés une valeur supérieure au seuil d'acceptabilité (3 log UFC/g), et sont de ce fait de qualité non satisfaisante.

On se basant sur ces résultats, nous pouvons conclure que les viandes mises à la disposition des consommateurs sont de qualité globale non satisfaisante (Figure 30).



**Figure 30** : Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des *S.aureus*.

Les staphylocoques, qui sont des flores saprophytes de l'homme et de l'animal dont certaines souches appartenant principalement à l'espèce *Staphylococcus aureus* produisent des entérotoxines, le problème avec ces entérotoxines c'est qu'elles sont thermotolérantes, les hygiénistes portent une attention particulière à ce germe à cause de sa toxinogénèse et de sa fréquence dans les intoxications alimentaires.

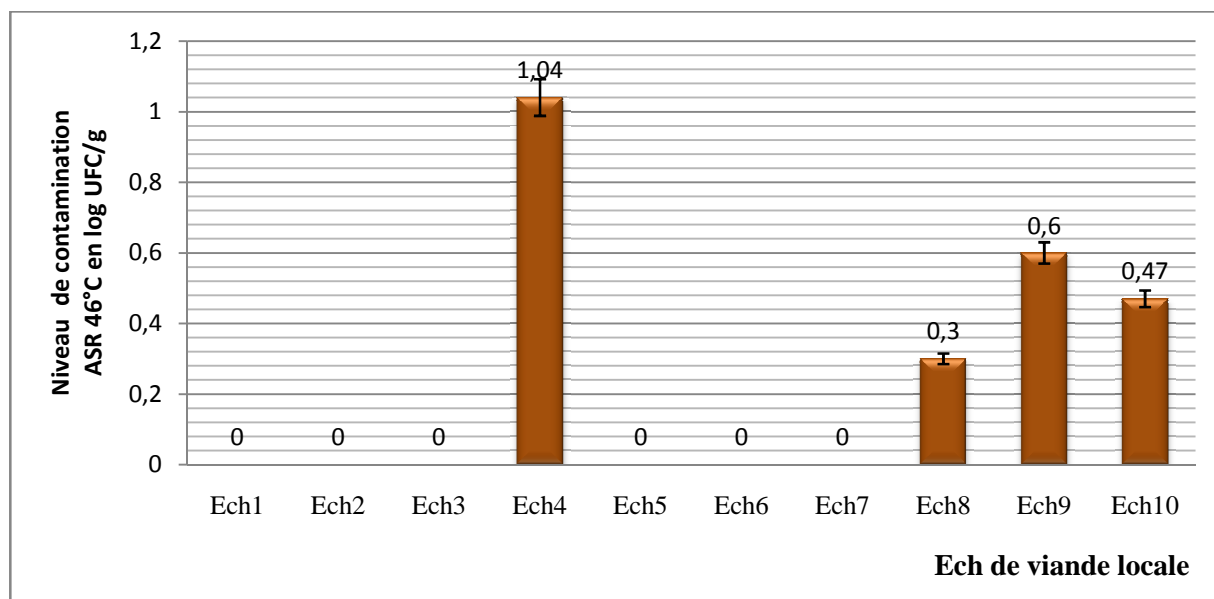
Les moyennes dépassant la norme enregistrées par la présente étude témoignent une contamination par l'homme, et indique que ces viandes ont été manipulées par des personnes présentant des lésions cutanées, des blessures et des plaies non protégées et non traitées. Selon KOFFI-NEVRY et *al* (2011), le comportement non hygiénique des bouchers, l'exemple de tousser et d'éternuer pendant la manipulation de la viande contribue à la contamination de celle-ci, vu que les *S.aureus* sont localisés en grand nombre dans le nez, la cavité bucco-pharyngée.

La période de l'étude peut contribuer à l'augmentation des charges en *S.aureus*. Effectivement, durant notre étude (Mai – Juin) il faisait très chaud à Tizi Ouzou, en période de chaleur la sueur est abondante et les mains constamment moites surtout chez les bouchers, à cause des efforts qu'ils fournissent. Cette sueur entraîne les staphylocoques à la surface de la peau, la viande souillée superficiellement à chaque fois qu'elle entre en contact avec le personnel notamment lors du transport et du dépeçage, se laisse en effet facilement pénétrer en profondeur par ces microorganismes, et si l'entreposage à des températures ambiantes est prolongé, la viande peut favoriser la prolifération de la toxigène de *S. aureus*.

Le site de prélèvement des échantillons dans cette étude peut également donner une certaine explication à propos des charges obtenues, l'épaule est un site régulièrement en contact avec les mains d'une multitude de personnes. En effet, la chaîne de transfert des charges n'étant plus automatique au niveau du poste de pesée, pour convoier les carcasses, les ouvriers sont obligés de pousser en prenant appui sur plusieurs régions anatomiques, dont l'épaule.

1-6-Anaérobies sulfito-réducteur à 46°C (ASR à 46° C)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande locale par les ASR à 46 °C sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 31:** Niveaux de contaminations des échantillons de viande locale par les ASR 46°C en fonction de log UFC/g.

Quatre échantillons sur dix de la viande locale (soit une prévalence de 40%) se sont révélés positifs à la recherche de ce germe responsable d’intoxication alimentaire, pendant que 60 % ont été négatifs.

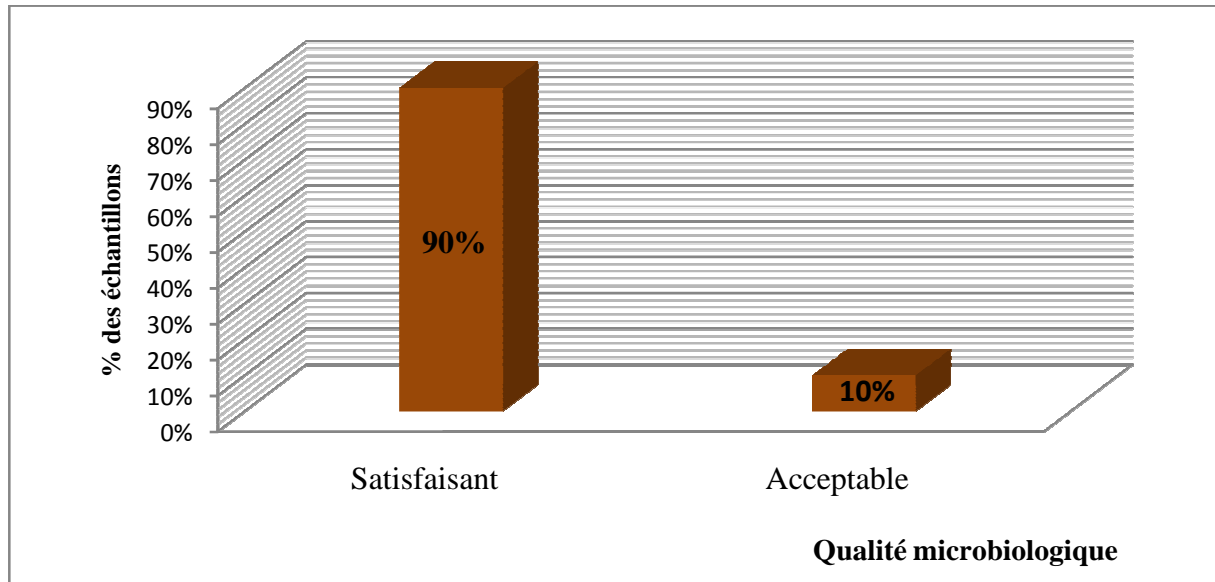
Le dénombrement de ce germe présente des résultats qui varient entre l’absence et une valeur de 1,04 log UFC/g pour une moyenne de  $0,3 \pm 0,54$  log UFC/g (Tableau IX).

La valeur minimale (absence) a été enregistrée au niveau des échantillons (1, 2, 3, 5, 6, 7), tandis que la valeur maximale de contamination est obtenue de l’analyse de l’échantillon 4 avec une moyenne de 1,04 log UFC/g.

**Tableau IX :** Les critères microbiologiques, moyenne  $\pm$  écart-type et seuils minimal et maximal des résultats de dénombrement des ASR 46°C au niveau de la viande locale

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
ASR à 46°C	00	1,04 log UFC/g	$0,3 \pm 0,54$ log UFC/g	1	1,47

En comparant ces résultats aux critères définis par le JORA, on constate que 90 % des échantillons sont satisfaisant (moins de 10 germes/g), néanmoins l'échantillon 4 a donné une valeur comprise entre m et le seuil d'acceptabilité M (M= 30 spores). Ces résultats dénotent une qualité globale acceptable de la viande locale vis-à-vis de ce germe toxigène (Figure 32).



**Figure 32 :** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des ASR à 46°C.

Bien que la moyenne enregistrée par la présente étude est inférieure au critère défini par le JORA (1 log UFC/g), elle reste supérieure par rapport à l'étude faite par EMSWILER et *al* (1976) qui signale une moyenne de 0,22 log UFC/g, et par rapport aux études de BENAÏSSA et *al* (2015) et KUMAR et *al* (2013) qui n'ont pu isoler aucune ASR à 46 °C sur les échantillons de viande analysés.

Cependant nos échantillons avaient une prévalence plus faible des ASR à 46 °C comparée à d'autres conclusions où la prévalence de non-conformité des morceaux de viande bovine été de 33.33 % (BENNANI et *al.*, 2016), et ainsi le résultat de l'étude de BOUZIDI et *al* (2015) et SALIFOU et *al* (2013) qui ont balancés des moyennes de 2,29 log UFC/g et 1,87 log UFC/g respectivement.

Bien que la prévalence est faible, la présence des ASR sur la viande est inquiétante, ces germes sont thermotolérants, ils ont le pouvoir de se transformer en une forme résistante (spore) dans les conditions défavorables, grâce à ces deux propriétés ces germes peuvent facilement se retrouver dans le tube digestif du consommateur, et lorsqu'ils atteignent une certaine concentration ils causent des intoxications graves. La valeur répertoriée sur l'échantillon 4 peut être à l'origine de putréfaction et d'intoxication.

La présence dans un aliment, de microorganismes vivant normalement dans l'intestin de l'homme et des animaux peut soupçonner une contamination fécale ancienne par ces derniers, et corrélativement un risque de présence d'autres germes pathogènes.

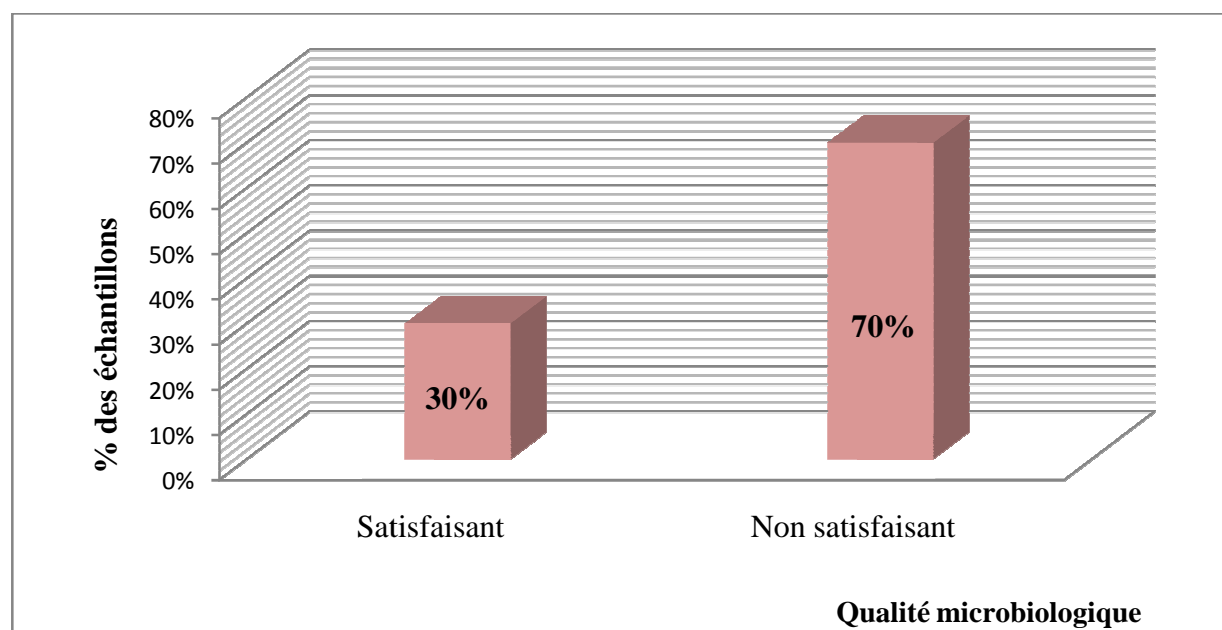
La période d'étude peut également donner une certaine explication pour les résultats obtenus, en effet certaines études suggèrent que le niveau de contamination par les ASR à 46°C serait plus grand dans la saison chaude par rapport à la saison froide (COHEN *et al.*, 2008).

Les ASR à 46°C sont des micro-organismes thermotolérants, leur présence donc, indique strictement une rupture de la chaîne de froid lors du transport et/ ou la conservation de ces viandes

### 1-7-Salmonelle

L'analyse microbiologique réalisée a permis de mettre en évidence le germe Salmonelle dans 7 échantillons de viande locale soit une prévalence de 70%, alors que 30 % des échantillons ont été trouvés négatifs pour ce germe pathogène (l'échantillon 1, 3 et 9).

La comparaison de nos résultats aux critères fixés par le JORA, montre que 30 % des échantillons ont donné des résultats satisfaisants et qui ont été testés négatifs pour les salmonelles, alors que 70 % des échantillons excèdent la norme (absence dans 25g) (Figure 33).



**Figure 33:** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction de des salmonelles.

Le résultat obtenu par la présente étude se rapproche du résultat rapporté par AHMAD *et al* (2013). Cependant il atteste, contrairement aux résultats de GEBEYEHU *et al* (2013) et DATTA *et al* (2012) ; qui n'ont pu isoler aucune salmonelle sur des échantillons de viandes bovines. Par ailleurs, nos échantillons avaient une prévalence plus faible de salmonelle par

rapport à d'autres conclusions où le taux d'isolement de la viande fraîche crue été de 25% (BENNANI et *al.*, 2016).

La variation de la prévalence de la contamination par les salmonelles pourrait être due en partie à des différences dans le type d'échantillon, les techniques d'échantillonnage, la distribution des salmonelles, et les méthodes de détection utilisées.

Dans notre étude, les salmonelles sont responsables de la non-conformité de la majorité des échantillons analysés. Le résultat obtenu est un synonyme d'un manque d'hygiène au cours des opérations d'abattage, au cours du transport et lors de la manipulation à la boucherie.

La succession des opérations d'abattage offre une multitude de possibilité de contact direct et indirect entre les carcasses et les sources de contamination (contenus des viscères, la peau, bouses etc.). L'abattoir constitue l'un des points critiques majeurs de l'hygiène des viandes, et l'abattage est considéré comme l'étape où les plus grandes opportunités de contamination existent.

Les salmonelles nous renseignent sur les conditions physiologiques de l'animal avant qu'il soit abattu, le stress du transport imposé aux animaux est responsable de l'excrétion accrue des germes pathogènes par les animaux porteurs avec contamination des animaux sains. Effectivement, certains animaux sont porteurs sains, c'est à dire qu'ils hébergent des salmonelles au niveau de leurs tubes digestifs sans manifestation de signes cliniques. Lorsque ces germes sont excrétés ils vont contaminer les carcasses, et entraînent le risque de retrouver en découpe des morceaux contaminés qui contribuent à travers les couteaux utilisés, la table de découpe à une profonde redistribution des bactéries exclusivement présentes en surface des carcasses, ces germes vont alors coloniser les surfaces nouvellement mises à nue. Cette contamination peut être aggravée par la rupture de la chaîne du froid lors du transport ou lors du stockage.

La présence de ce germe pathogène sur la viande fraîche peut être à l'origine d'une contamination croisée, ces contaminations peuvent avoir lieu dans les chambres de stockages, le fait des contacts entre les carcasses fraîchement stockées et des pièces invendues provenant de la salle de vente non réfrigérées.

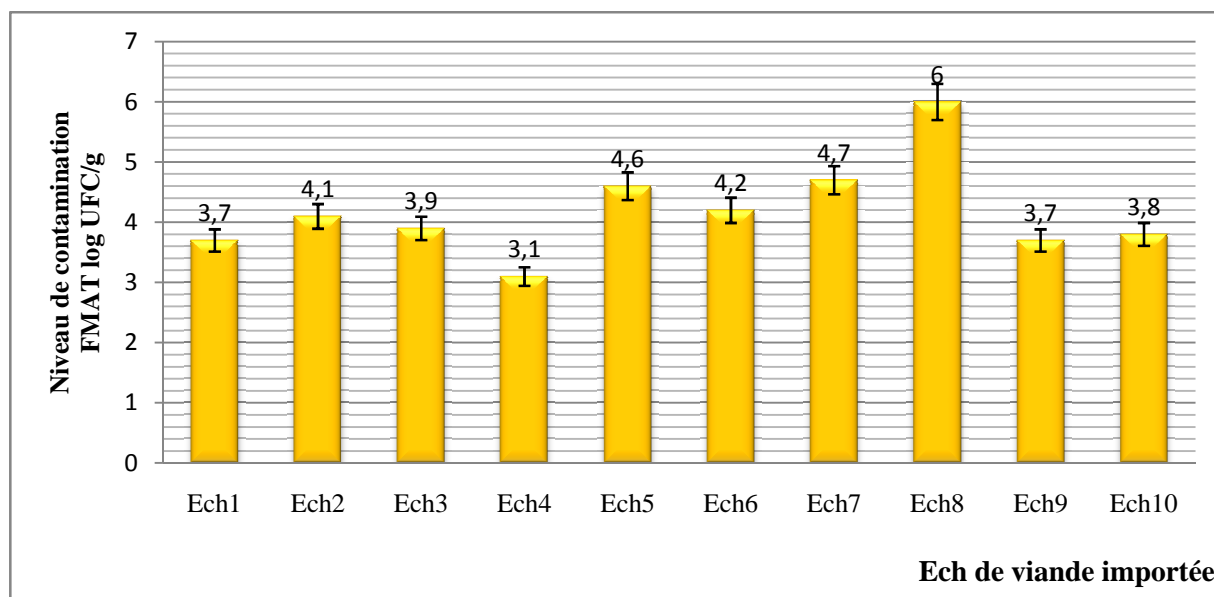
Enfin, la haute prévalence de salmonelle est attribuée également aux eaux contaminées utilisées dans les abattoirs pour le lavage des carcasses ou dans la boucherie pour le lavage du matériel de découpe. Les rongeurs et les mouches jouent aussi un rôle non négligeable.

## 2-La viande importée

En plus de la viande locale, nous retrouvons souvent en Algérie des viandes importées. De l'autre côté de l'étude, nous nous sommes focalisés sur l'étude microbiologique de cette viande en réalisons les mêmes analyses précédentes sur 10 échantillons de viande sous vide.

### 2-1-La flore mésophile aérobie totale (FMAT)

Les résultats de la contamination des échantillons de la viande importée par la FMAT est indiqué dans la figure ci-dessous.



**Figure 34:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par la FMAT en log UFC/ g.

L’histogramme présente les niveaux de contamination par la FMAT en fonction des échantillons de viande importée. Nous remarquons que les échantillons prélevés présentent une charge en flore aérobie totale qui varie d’une valeur de 3,1 log UFC/g à une valeur 6 log UFC/g pour une moyenne de  $5,1 \pm 5,5$  log UFC/g (Tableau X).

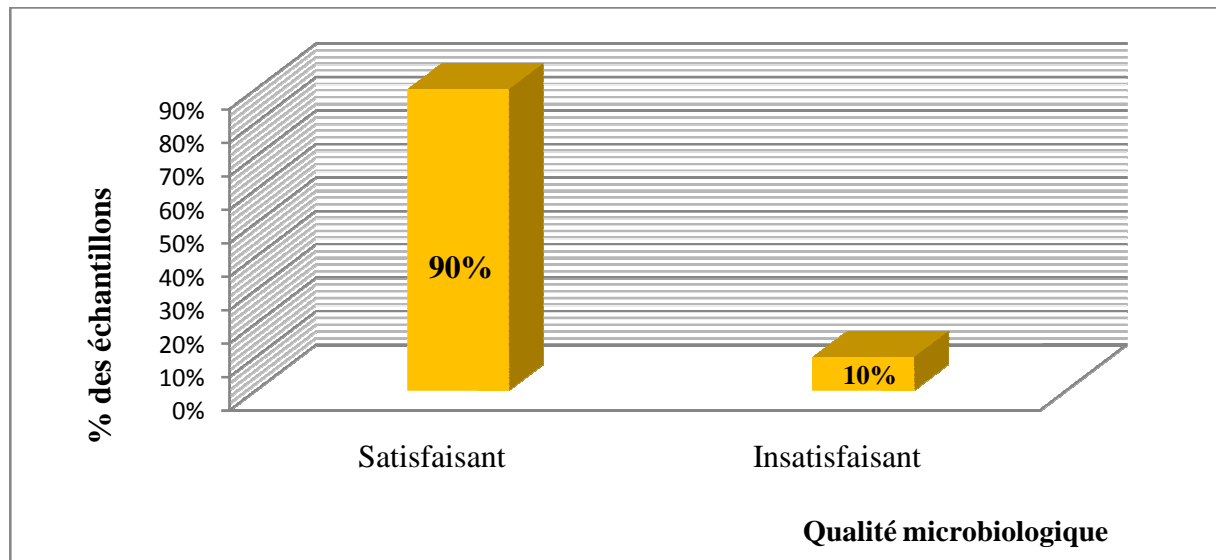
La contamination minimale a été enregistrée au niveau de l’échantillon 4 avec une charge de l’ordre de 3,1 log UFC/g, tandis que la maximale est enregistrée au niveau de l’échantillon 8 avec une valeur de 6log UFC/g.

**Tableau X :** Critères microbiologiques, moyenne±écart-type, le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement de la FMAT au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy ± Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
FMAT	3,1 log UFC/g	6,0 log UFC/g	$5,1 \pm 5,5$ log UFC/g	4,69	5,69

En comparaison aux critères définis par le JORA, nos résultats montrent que 90 % des échantillons (c'est-à-dire 9/10) sont de qualité satisfaisante, et qui ont donnés des niveaux de contamination inférieurs ou égaux au seuil admis ( $m = 4,69 \log \text{ UFC/g}$ );

L'échantillon 8 a donné une valeur nettement supérieure au seuil M d'acceptabilité, ce dernier est responsable de la qualité globale non satisfaisante de la viande importée (Figure 37).



**Figure 35:** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction de la FMAT.

Le niveau moyen de contamination par la FMAT enregistré sur la viande locale est supérieur au niveau enregistré sur la viande importée, nous avons noté une différence de 1 log UFC/g des deux viandes étudiées, cet écart peut s'expliquer par le fait que le mode de conservation sous vide réduit dans une faible proportion, la population microbienne notamment les flores aérobies. Cependant, cette moyenne de contamination est largement supérieure au critère admis, et se retrouve plus élevée par rapport à l'étude de DANYLUC et *al* (2010) et VELAZQUEZ et *al* (2003) qui signalent des charges de 1,96 log UFC/g et de 2,07 log UFC/g respectivement.

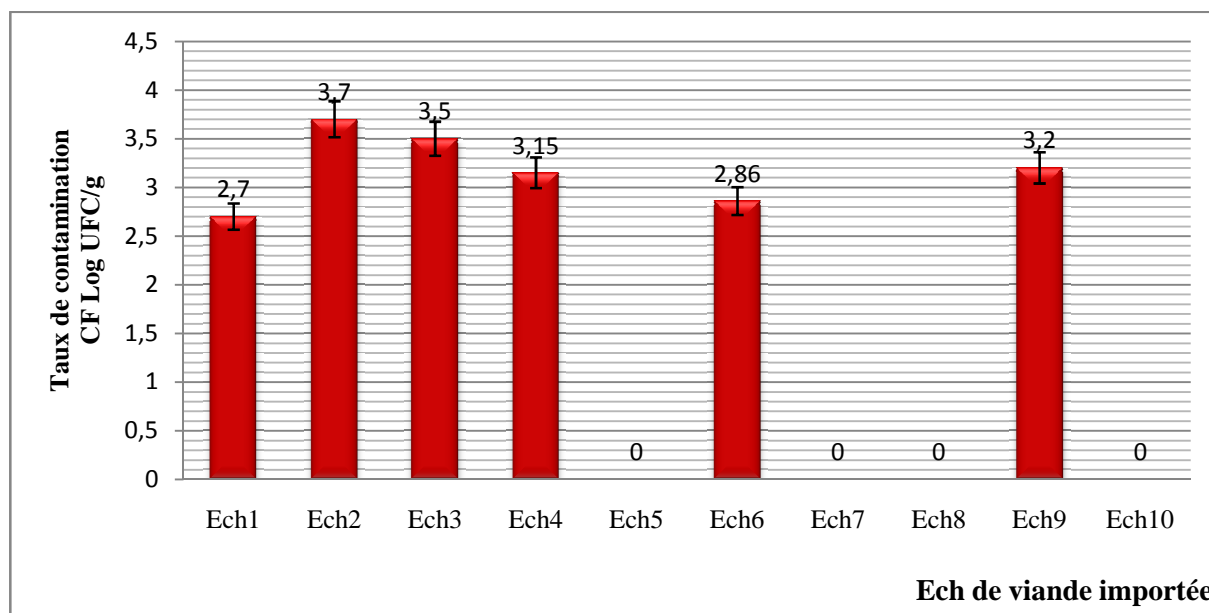
La charge balancée par la présente étude se rapproche de celle de ABDALHAI et *al* (2014). Toutefois, elle est inférieure à l'étude de ALONSO-CALLEJA et *al* (2004) réalisée sur des viandes d'autruches emballées sous vide (6,69 log UFC/g). Il faut souligner que le pH de la viande d'autruche est de 6,0, alors que le pH de la viande bovine est de 5,6 ce qui aurait pu influencer le résultat obtenu.

Selon BRIGHTWELL et *al* (2007), les bactéries mésophiles sont généralement les bactéries dominantes sur les viandes conditionnées sous vide. Cette technique de conservation assure une protection microbienne impeccable. Cependant, après déconditionnement, si la température de conservation s'éloigne des normes on assiste à la reprise de l'activité microbienne, une conservation prolongée associée à des défauts d'hygiène lors de la manipulation explique les charges élevées mentionnées. La présence de la FMAT en nombre important peut indiquer également un défaut de fabrication, effectivement, lorsque le

conditionnement sous vide est insuffisant ou si des poches d'air sont formées lors de l'ensachage, on observe dans ce cas une croissance trop importante des germes aérobies.

**2-2-Coliformes fécaux (CF)**

Le résultat d'analyse de la contamination des échantillons de la viande importée par les CF est indiqué dans la figure ci-dessous.



**Figure 36 :** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les CF en log UFC/ g.

La contamination de la viande importée par les CF montre que sur les dix échantillons analysés, six d'entre eux sont contaminés, soit une prévalence de 60 %.

Le dénombrement des CF a donné des résultats qui varient entre une valeur nulle et 3,7 log UFC/g comme valeur maximale de contamination enregistrée au niveau de l'échantillon 2, pour une moyenne de  $3,1 \pm 3,2$  log UFC/g (Tableau XI).

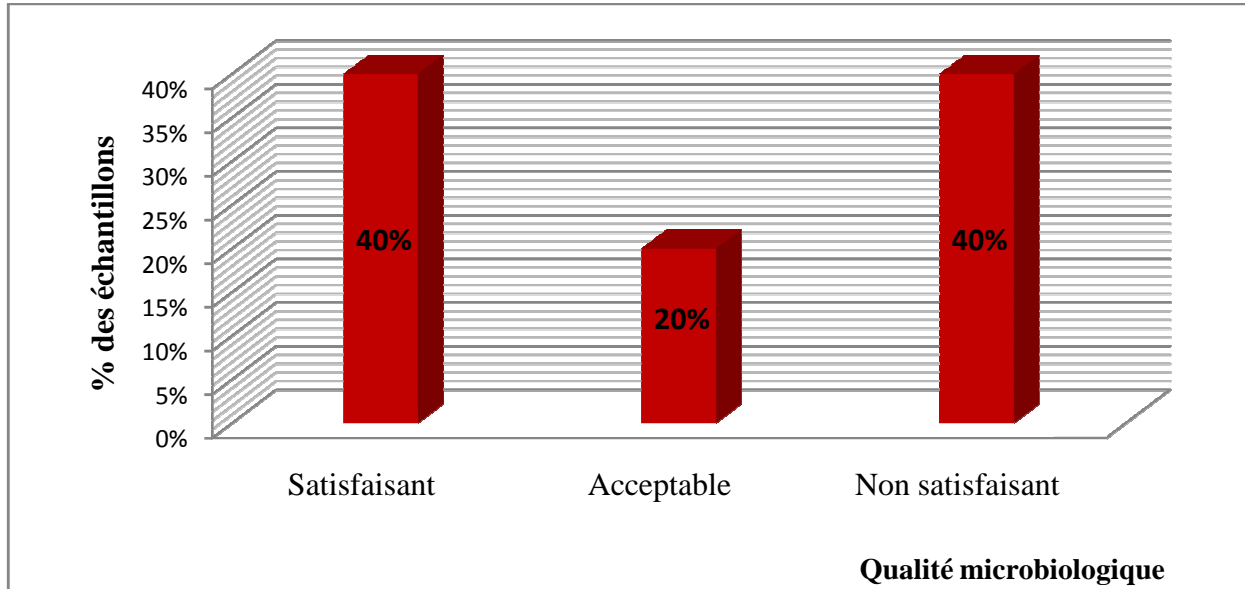
**Tableau XI :** Critères microbiologiques, moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des CF au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy ± Ecart-type	Norme en log UFC/g	
				m	M
CF	00	3,7 log UFC/g	$3,1 \pm 3,2$ log UFC/g	2	3

La comparaison de nos résultats aux critères définis par le JORA montre que, 40 % des échantillons sont conformes et présentant un nombre de germe inférieur ou égale au critère m; 20 % des échantillons expriment une contamination comprise entre m et M, alors que 40% ont

un taux de contamination supérieur au seuil d'acceptabilité, de ce fait ils sont de qualité non satisfaisante (Figure 37).

A la lumière de ces résultats, un ensemble de résultats non satisfaisants pourra conduire à la mention globale " non satisfaisante " de la viande.



**Figure 37:** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des CF.

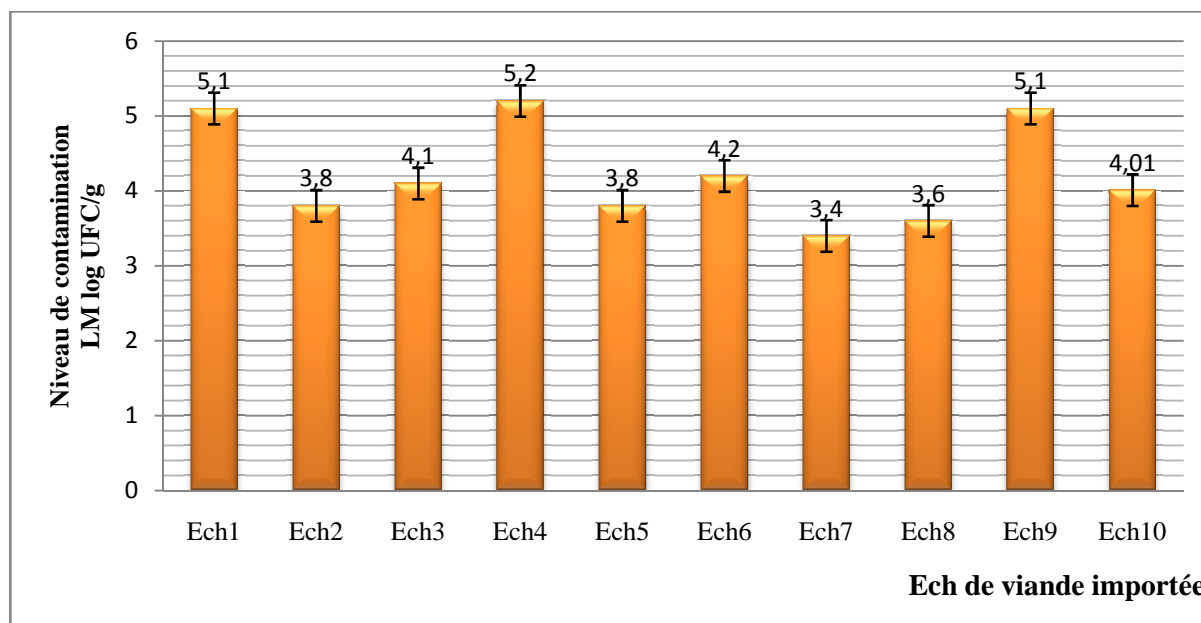
L'analyse des dix échantillons de la viande importée a donné une moyenne de contamination identique à celle obtenue par VIDOVA et *al* (2012), cette dernière est largement supérieure au critère fixé par le JORA, et supérieure aussi aux études faites par IRKIN et *al* (2011) ; VENTER et *al* (2006) qui ont signalés des valeurs de 2 log UFC/g et 1,95 respectivement. De même, RAJKUMAR et *al* (2004) n'ont pas pu détecter les CF dans leur étude.

La présence des CF sur les viandes emballées sous vide indique une contamination fécale avant ou après conditionnement. Même si les animaux peuvent être mis en cause dans cette contamination (contamination initiale avant conditionnement), l'origine humaine est surtout la plus probable, et témoigne de ce fait que les viandes ont été manipulées dans des conditions peu hygiéniques.

La forte charge enregistrée dans cette étude peut également signifier un défaut de fabrication, en effet si les sachets utilisés ne sont pas assez imperméable à l'oxygène ou si il ya formation des poches d'air à l'ensachage, la viande serra de ce fait une cible des micro-organismes vivants dans l'environnement lors du transport ou lors du stockage, et devient ainsi une niche écologique des CF surtout lorsque la température s'éloigne des normes.

## 2-3-Levure et moisissure (LM)

Les résultats de la contamination des dix échantillons de la viande importée par les LM sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 38:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les LM en log UFC/ g.

Les échantillons analysés présentent une charge qui varie de 3,4 log UFC/g à 5,2 log UFC/g avec une moyenne de  $4,6 \pm 4,7$  log UFC/g. La valeur minimale a été enregistrée au niveau de l'échantillon 7 avec une charge de l'ordre de 3,4 log UFC/g, alors que la valeur maximale est obtenue en analysant l'échantillon 4 avec une valeur de 5,2 log UFC/g (Tableau XII).

**Tableau XII:** Moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des LM au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type
LM	3,4 log UFC/g	5,2 log UFC/g	4,6 $\pm$ 4,7 log UFC/g

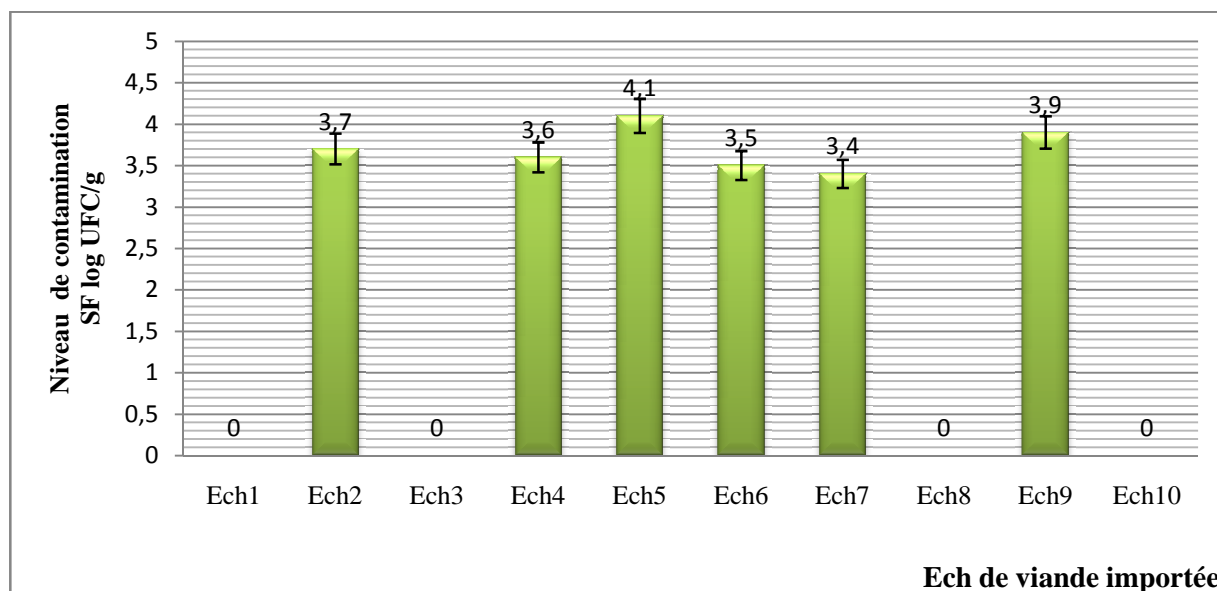
Les résultats obtenus par cette étude montrent que le niveau moyen de contamination des dix échantillons de la viande importée par les LM est de l'ordre de 4,6 log UFC/g, cette moyenne se rapproche de celle rapportée par ALONSO-CALLEJA et al (2004) en annonçant une moyenne de 4,9 log UFC/g. Toutefois, les études de IRKIN et al (2011) et VENTER et al (2006) ont rapportées des charges inférieures, soit 3,8 log UFC/g et 0,30 log UFC/g respectivement. De même, RAJKUMAR et al (2004) et VIDOVA et al (2012) n'ont pas pu détecter des LM dans leur étude.

La plupart de ces micro-organismes sont des aérobies stricts donc, il est impossible de les trouver sur des viandes conditionnées sous vide en raison de l'absence d'O<sub>2</sub> dans ces emballages, leurs présences en moyennes importantes dans notre étude indique donc une contamination post déconditionnement qui est souvent corrélée à un défaut d'hygiène.

La technique de conservation sous vide assure une protection impeccable. Par ailleurs, l'écologie microbienne des viandes dépend essentiellement de l'environnement, des équipements utilisés, les pratiques de manipulation, le traitement et la température de stockage (KRIZEK et al., 2004; SACHINDRA et al., 2005).

#### 2-4-*Streptocoque fécaux* (SF)

Les résultats de la contamination des dix échantillons de la viande importée par les SF sont indiqués dans la figure ci-dessous.



**Figure 39:** Niveaux de contaminations des dix échantillons de viande importée par les *Streptocoques fécaux* en log UFC/ g.

La figure 39 montre que sur les dix échantillons analysés, six d'entre eux sont contaminés, soit une prévalence de 60%. La moyenne logarithmique de contamination de la viande importée par ce germe est de l'ordre de  $3,6 \pm 3,7$  log UFC/g, rangée entre une valeur minimale nulle et une valeur maximale de contamination apportée par l'échantillon 5 et qui est de l'ordre de 4,1 log UFC/g (Tableau XIII).

**Tableau XIII:** Moyenne±écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des Streptocoques fécaux au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy ± Ecart-type
SF	00	4,1 log UFC/g	3,6 ± 3,7 log UFC/g

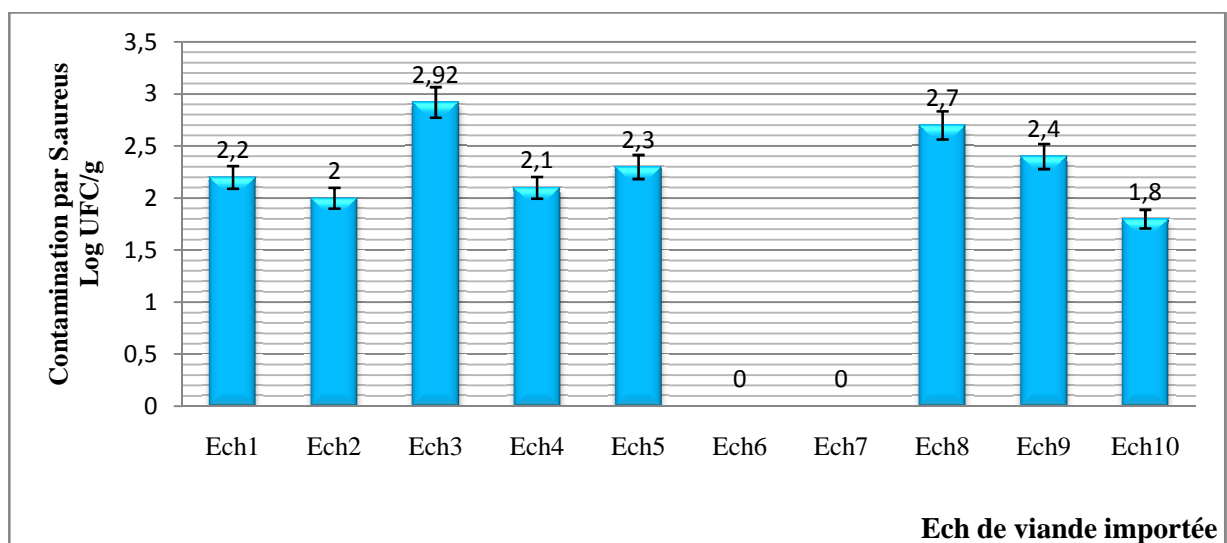
Des travaux réalisés par STEAINHAUSER *et al.*, 1995 ; VIDOVA *et al.*, 2012 ont montrés la présence des streptocoques fécaux sur des viandes emballées sous vide. Le niveau moyen de contamination de la viande importée par ce germe apporté par la présente étude est relativement supérieur à la moyenne fournie par (ALONSO-CALLEJA *et al.*, 2004) qui est de l'ordre de 0,86 log UFC/g.

Les entérocoques appartiennent à la microflore commensale du tractus gastro-intestinal des animaux. De ce fait, il existe de fortes probabilités qu'ils contaminent la viande au cours de l'abattage, et peuvent facilement se développer dans un emballage sous vide vu que sont des bactéries aéroanaérobies facultatives. La contamination au niveau de l'abattoir indique le déroulement des étapes d'abattage dans des mauvaises conditions sanitaires.

Après la contamination, les charges en microorganismes augmentent au cours d'un stockage et d'un transport non réfrigéré, durant la découpe en raison de l'utilisation de matériel non propre, ou pendant la manipulation par les bouchers en raison d'un manque de propreté.

**2-5-Les *Staphylococcus aureus***

L'analyse de la viande importée vis-à-vis la charge en *S.aureus* donne des résultats présentés dans la figure ci-dessous.



**Figure 40:** Niveaux de contaminations de viande importée par les *S.aureus* en log UFC/ g.

Il en ressort de l'observation de la figure que la recherche des *S.aureus* s'est révélée positive sur 8 échantillons, soit une prévalence de 80%, tandis que 20 % ont donnés des valeurs nulles.

Le niveau moyen de contamination obtenu en analysant la viande importée est de l'ordre de  $2,34 \pm 2,4$  log UFC/g rangé entre une valeur minimale nulle enregistrée au niveau de deux échantillons (Ech 6 et Ech 7) et une valeur maximale de l'ordre de 2,92 log UFC/g obtenue de l'analyse de l'échantillon 3 (Tableau XIV).

**Tableau XIV:** Moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des *S.aureus* au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ Ecart-type
<i>S.aureus</i>	00	2,92 log UFC/g	$2,34 \pm 2,4$ log UFC/g

Le dénombrement des *S.aureus* sur les deux types de viandes étudiées a conduit à un écart faible de 0,6 log UFC/g. Cet écart peut s'expliquer par le fait que les viandes fraîchement abattues entrent beaucoup plus en contact avec le personnel que la viande importée sous vide, en outre ce mode de conservation réduit les populations aérobies. Notre résultat rejoint le résultat de VENTER et *al* (2006) qui annoncent une moyenne de 2,34 log UFC/g sur des viandes bovines conditionnées sous vide.

En revanche, notre résultat se révèle nettement supérieur à d'autres études, notamment celles de VIDOVA et *al* (2012) et de SAGOO (2007) qui ont montrés que la moyenne de contamination des échantillons des viandes emballées sous vide est de l'ordre de 1,4 log UFC/g et 1.3 log UFC/g respectivement. Cependant, les travaux de SCHOLLER et *al* (2005) rapportent une moyenne largement supérieure à notre étude (5,9 log UFC/g).

Le *S.aureus* est une flore saprophyte de la peau, des muqueuses, des cavités bucco-pharyngées et des ongles des humaines, la fréquence élevée de ce germe au niveau des échantillons serait due à une contamination d'origine humaine à la suite d'hygiène insuffisante lors de la manipulation.

Généralement la contamination des viandes emballées sous vide par les *S.aureus* est une contamination post déconditionnement, la charge se voit augmentée après chaque contacte de l'homme avec la viande.

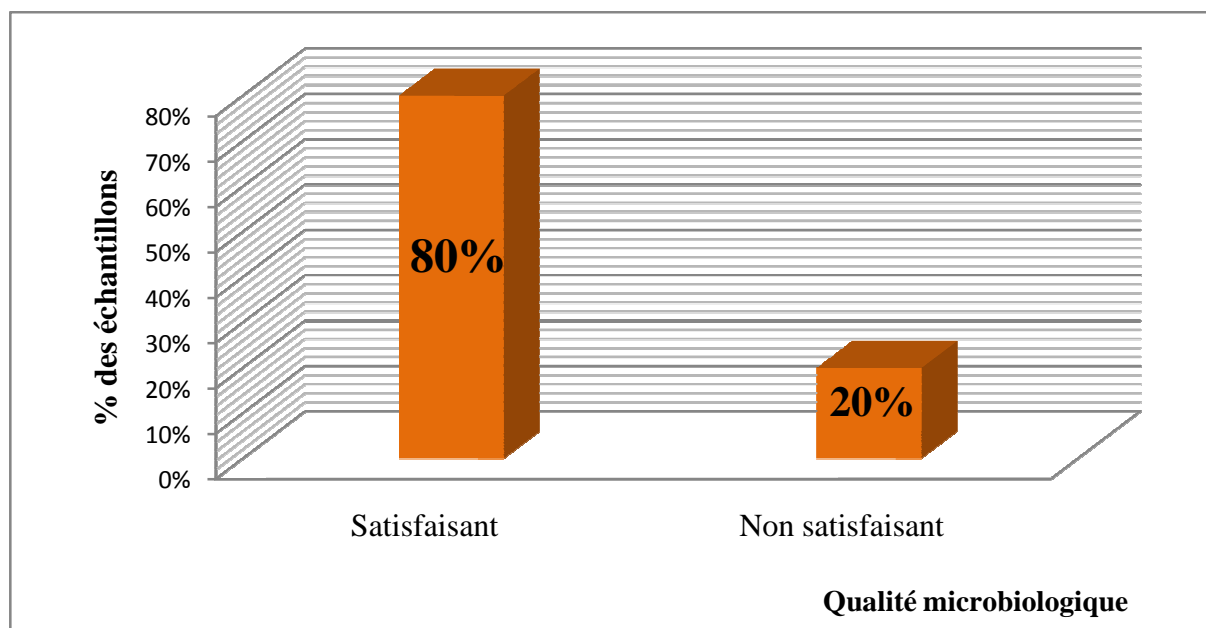
## 2-6-Anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C (ASR 46°C)

L'analyse de la viande importée a abouti au fait que 80 % des échantillons ne présentent pas des ASR à 46 °C, tandis que 20 % ont donné un résultat positif, la charge moyenne de contamination est de l'ordre de  $0,04 \pm 0,6 \log \text{ UFC/g}$ , rangée entre une valeur nulle et une valeur maximale de contamination de  $1 \log \text{ UFC/g}$  (Tableau XV).

**Tableau XV:** Critères microbiologiques, la moyenne  $\pm$  écart-type et le seuil minimal et maximal des résultats de dénombrement des ASR à 46°C au niveau de la viande importée.

Statistique descriptive	Valeur minimale	Valeur maximale	Moy $\pm$ écart-type	Norme
ASR à 46°C	00	1 log UFC/g	0,04 $\pm$ 0,6 log UFC/g	Absence

En comparant nos résultats aux critères microbiologiques fixés par le JORA pour ce germe responsable d'intoxinations alimentaires, nous constatons que 80 % des échantillons sont conformes au critère (absence), tandis que 20% sont de qualité non satisfaisante (Figure 41).



**Figure 41 :** Pourcentages des échantillons propres à la consommation en fonction des ASR.

La moyenne obtenue par notre étude est largement inférieure à celle de VIDOVA et *al* (2012) qui ont constatés une valeur de contamination de l'ordre de  $5,69 \log \text{ UFC/g}$ , cependant elle est en contradiction avec l'étude de SOGOO et *al* (2007); MONTZEY et *al* (2003) qui ont rapportés une conclusion sur l'absence des ASR 46 °C dans les échantillons analysés.

L'absence des ASR dans 80% des échantillons indique soit une bonne qualité hygiénique de ces viandes, soit la non fiabilité de la technique de recherche utilisée, en effet selon BOEREMA et *al* (2002), l'identification des espèces de ASR est difficile par les méthodes de

cultures classiques, mais elle peut se faire avec une grande fiabilité en utilisant la technique de PCR, en effet, les travaux de SILVA et *al* (2011) ont montrés des bon résultats on utilisant cette technique.

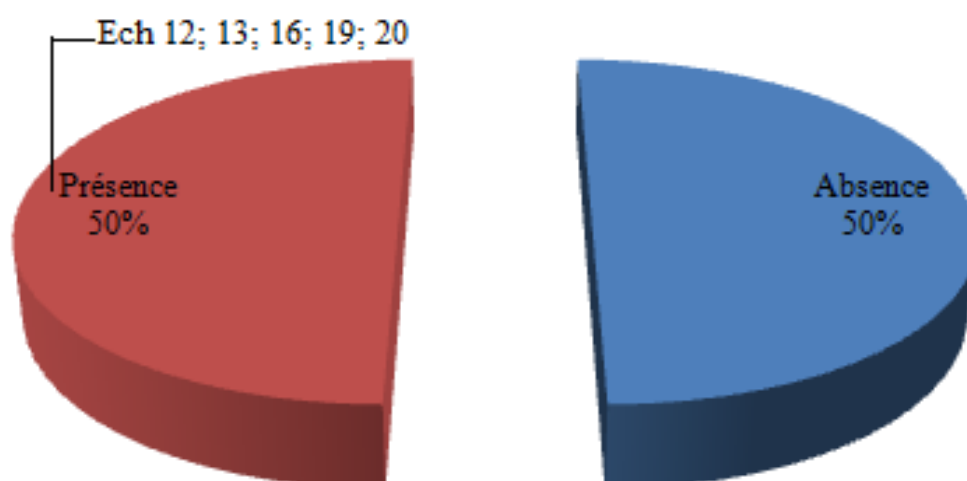
La présence des ASR à 46 °C dans les 20 % des échantillons pourrait être attribuée à la mauvaise qualité des viandes avant conditionnement et indique une contamination fécale ancienne, ces germes peuvent survivre lorsque les conditions sont défavorables. En effet, selon BRIGHTWELL et *al* (2007), même à des températures de réfrigération les ASR peuvent se multiplier dans les viandes sous vides en se transformant en une forme de résistance.

Le résultat obtenu dans ces échantillons peut également marquer une contamination fécale d'origine humaine lors de la manipulation après déconditionnement (hygiène défectueuse des mains), ou une contamination par l'environnement, ou par le biais des instruments mal entretenus.

La gamme de croissance des ASR se situe entre 12 °C et 50°C, leur présence indique une réfrigération insuffisante au cours du transport et de stockage de ces viandes. La présence de ce germe dépend de certains facteurs intrinsèques de la viande notamment le pH, en effet un sous vide réalisé sur des viandes avec des pH supérieur à 5,6 donne rarement une bonne qualité microbiologique.

### 2-7-Salmonelles

L'analyse microbiologique réalisée a permit de mettre en évidence le genre salmonelle dans 5 échantillons (12, 13, 16, 19, 20) de viande importée, soit une prévalence de 50 %, les autres échantillons ont montrés aucune croissance de ce germe (Figure 42).



**Figure 42 :** Prévalence des salmonelles sur la viande importée.



**Figure 43 :** Salmonelle sur milieu d'isolement SS après une durée d'incubation de 18h à 37 °C (photo originale, 2016).

On partant des résultats obtenus, et de la comparaison aux critères microbiologiques fixés par le JORA, nous avons déduit que 50 % des échantillons ont donné une valeur nulle conforme à la norme (absence), de ce fait ils sont de qualité satisfaisante. Pendant que 50 % ont été trouvés positif pour ce germe pathogène, donc ils sont de qualité non satisfaisante.

Les salmonelles révèlent une importance considérable pour l'industrie vétérinaire et agroalimentaire à l'échelle mondiale. Ces germes font partie des bactéries entéroinvasives, elles sont responsables des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes et de 1/3 des toxi-infections alimentaires.

Nos résultats sont en contradiction avec les résultats de MONTZEY *et al* (2003), VIDOVA *et al* (2012) qui ont abouti au résultat montrant l'absence des salmonelles sur tous les échantillons de viande analysés.

La haute prévalence signalée par la présente étude indique une contamination initiale des viandes, souvent corrélée à une très mauvaise hygiène des abattoirs du pays importateur (Brésil).

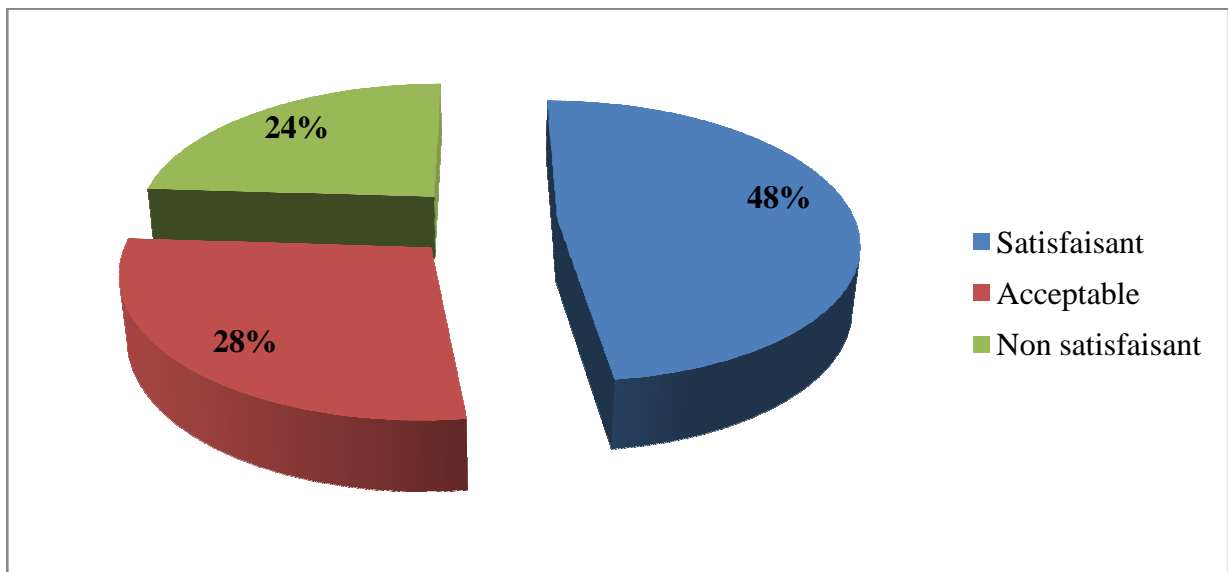
Selon RAY (2008), les psychrotrophes et les bactéries aéroanaérobies facultatives, le cas des salmonelles, peuvent facilement se développer sur une viande conservée sous vide. La prolifération de cette bactérie dans ces dernières est généralement corrélée à l'utilisation des viandes ayant un pH supérieur à 5,8 (GILL, C.O. 2004). Cette prolifération est plus susceptible de se produire avec des fluctuations de températures (BRIGHTWELL *et al.*, 2007) lors du transport ou du stockage (au-dessus 6°C). Cependant les manipulations à la boucherie, l'hygiène du matériel utilisé, l'hygiène du personnel, constituent également des sources de contaminations considérables.

**3-Appréciation de la qualité microbiologique globale des deux types de viandes étudiées**

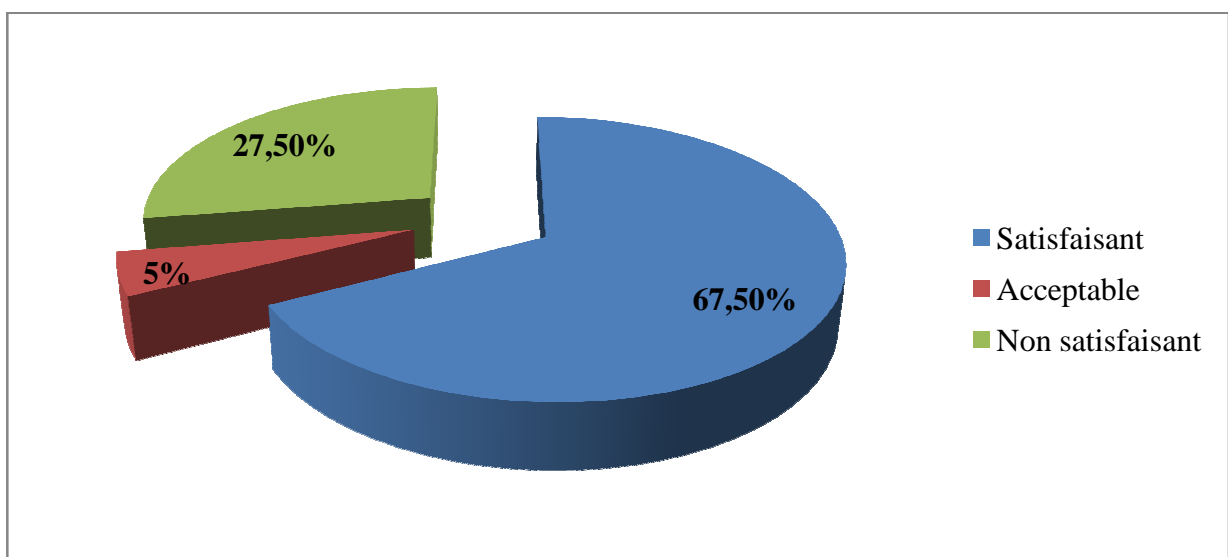
Selon les critères microbiologiques retenus pour les deux types de viandes, sur le total de 10 échantillons analysés, 48% se sont révélés satisfaisants, 28% acceptables et 24% non satisfaisant pour la viande locale.

Dans le cas de la viande importée, 67,5% se sont révélés satisfaisants, 5% acceptables et 27,5% non satisfaisant.

Les figures 44 et 45 montrent les résultats d’appréciation globale de la viande locale et la viande importée respectivement.



**Figure 44 :** Appréciation de la qualité microbiologique globale de la viande locale.



**Figure 45 :** Appréciation de la qualité microbiologique globale de la viande importée.

# *Conclusion générale*

---

## Conclusion générale

---

Au terme de ce travail, qui a porté sur l'étude comparative de la qualité microbiologique des viandes fraîches locales et des viandes importées conditionnées sous vide, et on partant des résultats d'analyses microbiologiques obtenus, et des constats faits sur le terrain lors de notre stage au niveau de l'abattoir de Tizi Ouzou, et lors de la collecte des échantillons au niveau des boucheries, nous pouvons conclure que les viandes mises sur le marché sont de très mauvaise qualité hygiénique.

L'étude des deux types de viandes, a montré que les charges microbiennes sont plus élevées dans la viande locale par rapport à la viande importée, cette différence peut s'expliquer par le fait que le mode de conservation sous vide réduit dans une faible mesure les populations microbiennes, notamment les flores aérobies en raison de l'absence d'O<sub>2</sub>.

Cependant, l'étude de cette dernière a révélé un niveau de non conformité trop élevé. En effet, 27.5 % des échantillons de la viande importée ont été de qualité non satisfaisante par rapport aux critères conçus pour les viandes conditionnées sous vide, contre 24 % des échantillons de la viande locale.

Le mode de conservation sous vide assure une protection irréprochable, cependant, l'étude réalisée a montré que la qualité de ces viandes dépend beaucoup plus de l'étape après déconditionnement.

Les salmonelles sont responsables de la non-conformité de la plupart des échantillons analysés suivi des coliformes fécaux avec des prévalences de 60% et 40% respectivement. La présence des *S.aureus* et les anaérobies sulfito-réducteurs à 46 °C dans cette étude est bien inquiétante, en effet, ces germes secrètent des toxines qui résistent à 100°C pendant plus de 30 min et leur pouvoir pathogène persiste même après cuisson.

Les échantillons analysés sont fortement contaminés par la flore mésophile aérobie totale (6.1 log UFC/g sur la viande locale et 5.1 log UFC/g sur la viande importée) et par les levures et moisissures (5.4 log UFC/g sur la viande locale et 4.6 log UFC/g sur la viande importée). Ce qui diminue la durée de vie commerciale de ces viandes.

Les charges bactériennes élevées notées dans cette étude témoignent la mauvaise hygiène des abattoirs, et des mauvaises manipulations des carcasses au cours de l'abattage et après l'abattage. Ces viandes constituent pour le consommateur un risque potentiel qui deviendra un risque réel si des erreurs sont commises lors de la préparation, notamment en ce qui concerne la température et le temps de cuisson. Les habitudes culinaires algériennes se basent sur une bonne cuisson de la viande. Ce traitement assure une très bonne qualité microbiologique. Toutefois, il y a lieu de s'inquiéter du fait, qu'en assiste actuellement aux changements des habitudes alimentaires et au développement de la restauration rapide.

La contamination microbiologique doivent être prise en charge pour la prévention des risques pour la santé des consommateurs, en adoptant des programmes de lutte efficace contre cette contamination, en respectant l'hygiène depuis l'élevage à la ferme, les abattoirs, le transport, la boucherie jusqu'à l'assiette du consommateur, et imposant une éducation du public, l'information et la motivation de tous ceux qui manipulent la viande dans le commerce ou la restauration.

## **Recommandations et propositions d'améliorations**

Nous préconisons qu'un certain nombre de mesures correctives soient prises afin d'améliorer la qualité hygiénique des viandes et d'éviter les risques de toxi-infections alimentaires :

### ➤ **Au niveau de l'abattoir**

- ✓ Il faut s'assurer que les animaux abattus soient en bonne santé, éviter le stress ;
- ✓ Le lot d'animaux introduit dans la salle d'abattage doit être réduit ;
- ✓ Hygiène rigoureuse lors des opérations d'abattage ;
- ✓ Les opérations de dépouille et d'éviscération doivent être exécutées, l'animal suspendu ;
- ✓ Respecter la marche en avant des matières premières ;
- ✓ Séparation des secteurs sains des secteurs souillés ;
- ✓ Mécanisation des transferts de charges ;
- ✓ Désinfection et nettoyage des équipements de travail en fin de journée ;
- ✓ Formation du personnel à l'hygiène, port des gants, bottes et coiffes sont obligatoire ;
- ✓ L'abattoir doit être situé loin des sources de contaminations, les sols et les murs doivent être revêtus d'un matériel résistant, imperméable et à surface lisse facilement lavable ;
- ✓ Installation d'une centrale ventilation/filtration pour filtrer l'air extérieur ;

### ➤ **Au niveau de la boucherie**

- ✓ La table de découpe doit être grattée à sec et nettoyée à fond en fin de journée, de préférence la remplacer par des tables munies de revêtement en matière plastique ou en caoutchouc très dur
- ✓ Contrôle périodique de l'état de santé, afin de dépister les porteurs de salmonelles et staphylocoques pathogènes ;
- ✓ Nettoyage approprié du matériel de découpe par raclage ou brossage suivi d'un nettoyage à l'eau chaude contenant un détergent, rinçage à l'eau claire, désinfection, puis séchage.
- ✓ Les chambres de stockages doivent être désinfectées régulièrement, tout en contrôlant la température de réfrigération.

### ➤ **Au niveau du consommateur**

- ✓ La conservation des viandes doit se faire dans la partie la plus haute du réfrigérateur ;
- ✓ Il faut être attentif aux risques de contaminations croisée ;
- ✓ Nettoyer régulièrement le réfrigérateur avec de l'eau de javel ;
- ✓ Il faut bien cuire les viandes, à des températures supérieures à 60°C
- ✓ La consommation doit se faire le plus tôt possible, en évitant de garder les viandes longtemps au réfrigérateur.

## *Références bibliographiques*

---

## Références bibliographiques

---

### A

**ADIL M.A., SALMAN1., HUSSIEN A. H., ELNIEMA A. and MUSTAFA. (2014).** Some Quality Aspects of Fresh and Refrigerated Beef Cuts in Alkadaro Slaughterhouse, Khartoum-Sudan. *Journal of Applied and Industrial Sciences*, **3(2)**: 52-57.

**ADZITEY F., TEYE G.A., KUTAH W. N. and ADDAY S. (2011).** Microbial quality of beef sold on selected markets in the Tamale Metropolis in the Northern Region of Ghana. *Livestock Research for Rural Development*: 23.

**AHMAD M.U.D., SARWAR A ., NAJEEB M.I., NAWAZ M., ANJUM A.A., ALI A.M. and MANSUR N. (2013).** Assessment of microbial load of raw meat at abattoirs and retail outlets. *The journal of animal & plant sciences*, **23(3)**: 745-748.

**ALONSO-CALLEJA C., MARTINEZ-FERNIANDEZ B., PRIETO M. and CAPITA R. (2004).** Microbiological quality of vacuum-packed retail ostrich meat in Spain. *Food microbiology*, **21**: 241–246.

**ANON. (2006).** The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and food borne outbreaks in the European Union in 2005. *The European Food Safety Authority Journal*: 3-288.

**ANSES. (2009).** Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *Staphylococcus aureus*.

**ANSES. (2011).** Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : *E. coli* entérohémorragiques (EHEC), *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*.

**ANTWI-AGYEI P. and MAALEKUU B. K. (2014).** Determination of microbial contamination in meat and fish products sold in the Kumasi metropolis (a case study of Kumasi central market and the bantam market). *Merit research journal of agricultural science and soil sciences*, **2(3)**: 38-46.

**ASPC (AGENCE DE SANTE PUBLIQUE CANADA). (2012).** *Campylobacter coli*, fiche technique santé-sécurité : agents pathogènes.

### B

**BAILLY J.D., BRUGERE H., CHADRON H. (2012).** Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Éleveur au Consommateur : 150.

**BARROS-VELÁZQUEZ J., CARREIRA L., CARLOS M. F. and CEPEDA A. (2003).** Microbiological and physicochemical properties of fresh retail cuts of beef packaged under an advanced vacuum skin system and stored at 4°C. *Journal of food protection*, **66 (11)** : 2085-9.

## Références bibliographiques

---

**BAS P. et SAUVANT D. (2001).** Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *Prod. Anim.*, **14** : 303-310.

**BAUCHART D., AUROUSSEAU B., (2008)** : Digestion et métabolisme des lipides chez le veau de boucherie : conséquences sur la composition en lipides des tissus. *VPC*, **14 (6)**: 172-182.

**BENAISSA A. (2011).** Etude de la qualité microbiologique des viandes camelines et ovines conservées selon différents modes. Thèse de Magister. Université Kasdi Merbah Ouargla : 61.

**BENAISSA A.L., OULD EL HADJ- KHELIL A.L., ADAMOU A.L. et BABELHADJ B. (2015).** Caractéristiques microbiologiques de la viande cameline conservée et traitée selon différents modes, revue des bioressources, **5** : 69-75.

**BENNANI L, BERRADA S., SALAME B., AABOUCHI M., and EL OUALI LALAMI A. (2016).**Evaluation of the hygienic quality the meat and some meat products collected from fez city, morocco, international journal of innovation and applied studies, **15(3)**: 547-554.

**BERKEL B.M., BOOGAARD B. V. and HEIJNEN C.(2004).** Preservation of fish and meat. Agromisa Foundation, Wageningen: 78-80.

**BILSKA A. (2011).** PACKAGING SYSTEMS FOR ANIMAL ORIGIN FOOD. Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef meat, **60**: 371-378.

**BOGEREL P. and BALUKA S.A. (2014).** Microbiological quality of meat at the abattoir and butchery levels in Kampala city, Uganda. *Internet journal of food safety*, **16**: 29-35.

**BONNEFOY C., GUILLET F., LEYRAL G. et VERNES- BOURDAIS E. (2002).** Population contaminant altérant la qualité sanitaire et marchande. In Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des Aliments : 248.

**BORNEMAN D.L., INGHAM S.C. and ANE C. (2009).** predicting growth-no growth of *Staphylococcus aureus* on vacuum-packaged ready-to-eat meat, **72(3)**: 539-48.

**BOURGEOIS C.M. et LEVEAU J.V. (1991).**Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires, 2ème édition. Lavoisier : 454.

**BOUTONNET J.P. et SIMIER J.P. (1995).** Les viandes, édition. Economica, Paris: 106.

**BOUZID R., GUÉMOUR D., ZIDANE K., AGGAD H., BENDELLA A. and SAEGERMAN C. (2015).** Hygienic quality of minced meat retailed in western Algeria. *Journal of virology & microbiology*.

## Références bibliographiques

---

**BRIGHTWELL G., CLEMENS R., ADAM K., URLICH S. et BOEREMA J. (2009).** Comparison of culture-dependent and independent techniques for characterization of the microflora of peroxyacetic acid treated: vacuum packaged beef. *Food microbiol.* **26(3):** 283-288.

**BRIGITTE M., COLLIN P. et ERIK M. (2005).** La qualité microbiologique des aliments : maitrisés et critères, 2<sup>ème</sup> édition : 355.

**BRODA D.M., SAUL D.J., LAWSON P.A., BELL R.G. and MUSGRAVE D. R. (2000).** *Clostridium gasigenessp.* psychrophile causing spoilage of vacuum-packed meat. *systevo/microbiol.* **50(1):** 107-118.

**BRUCKNER S., ALBRECHT A., PETERSEN B. and KREYENSCHMIDT J. (2012).** Characterization and comparison of spoilage processes in fresh pork and poultry. *J Food Qual.* **35:** 372-382.

### C

**CAPRIOLI A., MORABITO S., BRUGERE H. and OSWALD E. (2005).** Entero hemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission. *Vet Res.* **36 :** 289-311.

**CARTIER P. (2004).** Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines, Institut de l'Élevage : 175.

**CARTIER P. (2007).** Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins, Compte rendu final n° 17 05 32 022, Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Élevage et Qualité : 12-58.

**CAVALLI S. (2003).** Application de la méthode HACCP en établissement d'abattage : modèles théoriques et essai de mise en place : 132.

**CHARLES A., LINDEND G. et LAURENT M. (2003).** Biochimie alimentaire. Masson, 5<sup>ème</sup> édition, Paris : 72- 92- 190- 191- 201.

**CHERET R. (2005).** Effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et l'altération du muscle de poisson. Thèse de doctorat. Ecole nationale d'ingénieurs des techniques des industries agricoles et alimentaires : 156.

**CLINQUART A., LEROY B., DOTTREPPE O., HORNICK J.L., DUFRASNE I. L. et ISTASSE L. (2005).** Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge. In : L'élevage du Blanc Bleu Belge, Journée du Centre d'Excellence du Secteur agricole et son Management (CESAM), Mons : 19.

**COHEN N., FILLIOL I. et KARRAOUAN B. (2008).** Microbial quality control of raw ground beef and fresh sausage in Casablanca (Morocco). *Journal of environmental health*, **71(4):** 51-55.

## Références bibliographiques

---

**COIBION L. (2008).** Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur. Thèse de Doctorat. Toulouse : 97.

### D

**DAABOUZI A., GAMOUHI A. (2010).** Caractérisation physicochimique et microbiologique de la viande hachée du dromadaire issue des régions de Casablanca, Rabat, **5 (18) : 12-16.**

**DANYLUK B., BILSKA A., KOWALSKI R. (2011).** Microbiological stability of selected beef elements subjected to technological processes and stored under aerobic and vacuum conditions at 5°C. *Technologia alimentaria, ACTA Scientiarum polonorum*, **10 (3): 375-385.**

**DATTA A., AKTER I., SHAH G. and BISWAS D. (2012).** Microbiological quality assessment of raw meat and meat products and antibiotic susceptibility of isolated *Staphylococcus aureus*: 3 -187.

**DELMAS G., JOURDAN DA SILVA N., PIHIER N., WEILL F.X., VAILLANT V. et DE VALK H. (2010).** Les toxi-infections alimentaires collectives en France entre 2006 et 2008: 31-32.

**DE MONTZEY S., MINVIELLE B., BOULARD J. (2003).** Conservation longue durée de la viande de porc sous vide. *Techni vol.* **26 (1).**

**DENNAI N., KARRATI B. et EL YACHIOUI M. (2000).** Bovins à l'abattoir : Une microbiologie fluctuante, **21 (6) : 191-196.**

**DIALLO M. L. (2010).** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des repas servis par Dakar Catering selon les critères du groupe SERVVAIR. Dakar : 7.

**DIARRA M. M. (2007).** Cours de Technologie des produits d'origine animale, Bamako: 45.

**DICKSONS J.S. & ANDERSON M.E. (1992).** Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems :133-140.

**DOYLE M. E. (2007).** Microbial food spoilage. Losses and control strategies. *A brief review of the Literature.*

**DUMONT B. I. (1982).** Conséquence technologique des flores microbiennes contaminant la viande in : Hygiène et technologie de la viande fraîche, Paris : 352.

**DUPIN P H. et MICHAUD C. (2000).** Aliments, alimentation et santé. Questions / Réponses. Lavoisier, 2ème édition., Tec & Doc, Paris.

## Références bibliographiques

---

### E

**ECHEVERRY A., LONERAGAN G. H. AND BRASHEARS M. M., (2006).** Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Bovine feces over time under various temperature conditions. *J. Food. Prot.* **12 (69)**: 2851 – 2855.

**EL RAMMOUZ R. (2005).** Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle de volailles. Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. Thèse de Doctorat. Toulouse: 138.

**EMSWILER B. S., PIERSON C. J. and KOTULA A. W. (1976).** Bacteriological quality and shelf life of ground beef. *Applied and environmental microbiology*, **31(6)**: 826- 830.

**EVRAT-GOERGEL C. (2005).** Etude préalable sur la construction d'une table de composition nutritionnelle des produits carnés (viande et abats de ruminants). Etude CIV OFIVAL, Institut de l'élevage: 153 p.

### F

**FARHANA JAHANI, A. T. M. MAHBUB-E-ELAHI AND A. B. SIDDIQUE (2015).** bacteriological quality assessment of raw beef sold in Sylhet Sader, the agriculturists **13(2)**: 09-1.

**FASANMI G.O., OLUKOLE S.G. and KEHINDE O.O. (2010).** Microbial studies of table scrapings from meat stalls in Ibadan Metropolis. Nigeria: Implications on meat hygiene. *Afr. J. Biotech.* **9(21)**: 3158-3162.

**F.A.O., (2009).** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2009 : *Le point sur l'élevage*. FAO Rome, 2009, 220p.

**FOSSE J. et MAGRAS C. (2004).** Dangers biologiques et consommation des viandes. Lavoisier, Paris : 220.

**FOURNAUD J. (1982).** Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière. Hygiène et technique de la viande fraîche, CNERNA - Commission « viande et produits carnés » : 109 - 131.

**FREDOT E. (2005).** Connaissances des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Lavoisier, édition. Tec & Doc, Paris: 67-93.

## Références bibliographiques

---

### G

**GEAY Y., BAUCHART D., HOCQUETTE J.F. & CULIOLI J. (2002).** Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim*, 15 : 37-52.

**GEBEYEHU A., YOUSUF M. and SEBSIBE A. (2013).** Evaluation of microbial load of beef of arsi cattle in Adama town, oromia, Ethiopia. *Food processtechnol*, 4: 234.

**GHAFFIR Y. et DAUBE G. (2007).** Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale, 151: 79-100.

**GILL C. O., J. BRYANT and D. A. BRERETON (2000).** Microbiological conditions of sheep carcasses from conventional or inverted dressing processes. *J Food Prot.* **63 (9):** 1291-1294.

**GILL, C.O. (2004).** Spoilage factors affecting. *In: Jensen, W.J., Devine, C.E., Dikeman, M. (Eds.), Encyclopaedia of Meat Science.* Elsevier Ltd, Oxford, UK, pp. 1324-1330

**GOUDIABY. (2005).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales : 5.

**GRIMA KEBEDE (1986).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses de bovins aux abattoirs de Dakar (SENEGAL). Thèse de doctorat. Ecole inter-état des sciences et médecine vétérinaire, Université de Dakar, pages : p 70.

**GREDAAL. (2004).** La filière viande rouge en Algérie. Compte rendu des journées techniques organisées par l'ONUDI, la FAO et l'OMS en Algérie (28 et 29 Juin, 06 Juillet 2004).

**GIRAUD G., TRABELSI TRIGUI I., (2007).** The effect of sensory brand values on consumer emotional experience and preference, application to region of origin labelled food products. *In: International Conference on Innovation by Brand and Design Management*, Design Management Institute, Seoul, Korea, 11-12 November, 15p.

**GUNGOR E. and GOKOGLU N. (2010).** Determination of microbial contamination sources at a frankfurter sausage processing line. *Turkish journal of veterinary and animal science*, **34(1):** 53-59.

### H

**HAMAD B. (2009).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle Bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'EL-OUED. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire : 29-30.

**HAMMOUDI A., BOUSMAHA F., BOUZID R., AGGAD H. et SAEGERMAN C. (2013).** Evaluation de la contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines dans un abattoir algérien. *Journal of animal & Plant sciences*, **19(2):** 2901-2907.

## Références bibliographiques

---

**HASSAN A N., A. FAROOQUI, A. KHAN, A. Y. KHAN and S. U. KAZMI (2010).** Microbial contamination of raw meat and its environment in retail shops in Karachi, Pakistan. *J Infect Dev Ctries.* **4 (6):** 382-388.

**HASSOUNA M., BEN ISMAIL H. et BESBES M. (2002) :** Influence de l'irradiation aux rayons gamma sur la durée de stockage réfrigérée, de la viande de bœuf hachée conditionnée sous vide et salée ou non salée. *Microbethody. ali*, **14 (41):** 19-30.

**HOCQUET D. (2006).** Modalité d'action des antibiotiques. Dijon-Besançon.

**HUGHES M. C., HEALY A., Mc SWEENEY P.L.H. and O'NEILL A. A. (2000).** Proteolytic specificity of cathepsin D on bovine f-actin. *Meat science*, **2 (56):** 165-172.

**HUTCHISON M.L., WALTERS L.D., MEAD G.C., HOWELL M. and ALLEN V. M. (2006).** An assessment of sampling methods and microbiological hygiene indicators for process verification in poultry slaughterhouses. *J. Food Prot*, **69** : 145-153.

### I

**INSTITUT de l'ELEVAGE, (2008).** Le marché mondial de la viande bovine en 2008. Les échanges mondiaux dans la tourmente. Dossier Economie de l'Elevage, n° 384 : 36.

**INTERBEW. (2005).** Le point sur l'alimentation des bovins et ovins et la qualité des viandes. Institut de l'Élevage (I. MOËVI) : 80- 98- 99-101.

**IRKIN1 R., ESMER O.K., DEGIRMENCIOGLU N. and DEGIRMENCIOGLU A. (2011).** Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4°C storage. *Bulgarian journal of agricultural science*, **17 (5):** 655-663.

**IROHA I.R., UGBO E.C., ILANG D.C., OJI A.E. and AYOGU T.E. (2011).** Bacterial contamination of raw meat sold in Abakaliki. *J. Public Heal. Epid*, **3(2):** 49-53.

### J

**JAHAN1 F., MAHBUB-E-ELAHI A. T. M. and SIDDIQUE A. B. (2015).** Bacteriological quality assessment of raw beef sold in Sylhet Sadar. *The agriculturists*, **13(2):** 1-9.

**JAMES, M. J., MARTIN, J. I., and GOLDEN, A. D. (2005).** Modern food microbiology. Springer Science plus Business Media, Inc. 7<sup>th</sup> edition. pp. 12–63

**JANA VIDOVA ; JIRI DROBNY ; RICHARD SOVJAK. (2012).** Selected microbiological and organoleptic changes in vacuum packed imported beef. *Versita, Agricultura Tropica and Subtropical*, **45(3):** 126-133,

## Références bibliographiques

---

**JEANTET R. (2006).** Science des aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits : Stabilisation biologique et physico-chimique, édition. Tec & Doc. Lavoisier, Paris : 80- 81- 95-211.

### K

**KEETON J.T. et EDDY S. (2004).** Chemical composition. In Encyclopedia of meat sciences. Jensen W, Devine C et Dikeman M, édition Elsevier. pp. 210-217.

**KNUDTSON L. & HARTMAN P. (1993).** Enterococci in pork processing. *j. food prot*, **56**: 6-9.

**KOFFI-NEVRIR., KOUSSEMON M., COULIBALY O.S. (2011).** Bacteriological quality of beef offered for retail sale in Cote d'Ivoire. *American journal of food technology*, **6**: 835-842.

**KOMBA E. V. G., KOMBA E.V., MKUPASI E.M., MBYUZI A.O., MSHAMU S., LUWUMBRA D, BUSAGWE Z. and MZULA A. (2012).** Sanitary practices and occurrence of zoonotic conditions in cattle at slaughter in Morogoro Municipality, Tanzania: Implications for public health. *Tanzania J Health Res*, **14 (2)**.

**KRIZEK M., VĀCHA F., VARLOVĀ L., LUKĀŠOVĀ J. and CUPĀKOVĀ S. (2004).** Biogenic amines in vacuum-packed flesh of carp stored at different temperatures. *Food chemistry*, **88**: 185-191. **42(3)**:

**KUMAR A., KEBEDE E., KASSAYE E. (2010).** Evaluation of quality of beef produced and sold in parts of Tigray region of Ethiopia. *Trop animhealth prod*, 445-449.

**KUTATH, W. N. (2010).** Microbial quality of beef in selected meat Shops in the Tamale Metropolis. B. Sc. Dissertation, University for Development Studies Tamale. pp. 5 – 15.

### L

**LAMISSE F. (2008).** La consommation de viande favorise-t-elle la survenue d'un diabète de types 2. Cahier de nutrition et de diététique, Vol 43, N°HS1, pp.58-60.

**LAYERAL G. et VIERLING E. (2007).** Physiologie du monde bactérien. In Microbiologie et Toxicologie des Aliments : Hygiène et Sécurité Alimentaire. Sciences des Aliments, édition. Rueil-Malmaison Dion, Bordeaux : 290.

**LIBRET B., LEFAUVHEUR I. et MOROT J. (2002).** La qualité de la viande ; influence des facteurs d'élevages non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. INRA. *Prod. Anim*, **12**: 11-28.

**LOSSOUARN J., (2003).** Stratégies dans les filières animales. INRA Prod. Anim. Vol. 16, n° 5, Décembre 2003, pp. 317-324.

## Références bibliographiques

---

**LUDOVICC. (2008).** Mémoire d'acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur : 50-51.

### M

**MAGHUIN-ROGISTER G. (2002).** Hormones, substances anabolisantes et résidus de traitement vétérinaires en relation avec la sécurité alimentaire in : Sécurité alimentaire du consommateur, 2<sup>ème</sup> édition., Tec & Doc. Lavoisier, Paris: 79-86.

**MAYR D., MARGESIN R., KLINGSBICHEL E., HARTUNGEN E., JENEWEIN D., SCHINNER F. and MARK1 T. D. (2003).** Rapid Detection of Meat Spoilage by Measuring Volatile Organic Compounds by Using Proton Transfer Reaction Mass Spectrometry. *Applied Environmental Microbiology*, **69**: 4697- 4705.

**MEAD C. (2007).** Microbiological Analysis of Red Meat, Poultry and Eggs. *Published Woodhead Limited and CRC press, England* : 335.

**MOËVI I. et CARTIER (2007).** Le point sur la couleur de la viande bovine, Paris : 113.

**MONING G. (2003).** Abattage des porcs et qualité des carcasses et des viandes. Station de Recherches sur la viande : 109.

**MONIN G. (1991).** Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA prod. Anim.*, **4**: 151-160.

**MUKHOPADHYAY H. K., PILLAI R.M., PAL U.K. and KUMAR V.J.A. (2009).** Microbial quality of fresh chevon and beef in retail outlets of Pondicherry, **5 (1)**: 33-36.

### N

**NAÏLA AHMED (2007).** Qualité microbiologique de deux types de viande bovine, halal et non halal vendus dans la ville d'Antananarivo, mémoire de fin d'étude, p 49.

**NDIAYE M. L. (2002).** Contribution à l'étude de la contamination microbiologique de la viande des volailles. Mémoire : Physique appliquée à la biologie. Dakar : 23.

**NEVRY R. K., KOUSSEMON M. and COULIBALY S. O. (2011).** Bacteriological quality of beef offered for retail sale in Cote d'Ivoire. *American journal of food technology*, **6(9)**: 835-842.

**NOUICHI S., HAMDI T.M. (2009).** Superficial bacterial contamination of ovine and bovine carcasses at el-harrach slaughterhouse (Algeria). *European journal of scientific research*, **38(3)**: 474-485.

## Références bibliographiques

---

### O

**OBENG K.M., JOHNSON F.S. and APPENTAG S.O. (2013).** Microbial Quality of Fresh Meat from Retail Outlets in Tolon and Kumbungu Districts of the Northern Region of Ghana. *International Journal of Science and Technology*, **2(6)**.

**OFIVAL. (2004).** Guide pour le choix et l'utilisation des baques et vitrines réfrigérées et des installations de réfrigération chez les artisans. Rapport d'étude. OFIVAL : 25.

**ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION ISO 17604 (2003) :** microbiologie des aliments : prélèvement d'échantillons sur des carcasses en vue de leur analyse microbiologique. Organisation internationale de Normalisation : Genève : 15.

**ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION ISO 4833. (2003).** Microbiologie des aliments : méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes : technique de comptage des colonies à 30°C. Organisation internationale de Normalisation, Genève : 18.

**OUALI A., HERRERA-MENDEZ C.H., COULIS G., BECILA S., BOUDJELLAL A., AUBRY L. and SENTANDREU M.A. (2006).** Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Sci*, **74**: 44-58.

**OURY M.P., PICARD B., ISTASSE L., MICOL D. et DUMONT R. (2007).** Mode de conduite en élevage et tendreté de la viande bovine. *Prod. Anim*, **20** : 309-326.

### P

**PAN A.N., QI SUN., ADAM M., BERNSTEIN., MATTHIAS B., SCHULZE., JOANN E., MANSON., STAMPFER M.J., WALTER C., WILLETT. et FRANK B. H.U. (2012).** Red Meat Consumption and Mortality: Results from 2 Prospective Cohort Studies *.Archives of Internal Medicine*, **172 (7)**: 555-63.

**PASCUA Y., KOC, H. & FOEGEDING E.A. (2013).** Food structure : Roles of mechanical properties and oral processing in determining sensory texture of soft materials. *Current opinion in colloide & interface science*, **18** : 324-333.

**PAUL BOGERE1 AND SYLVIA ANGUBUA BALUKA. (2014).** Microbiological quality of meat at the abattoir and butchery levels in Kampala city, Uganda. *internet journal of food safety*, vol.**16** : 29-35.

**PEACHY B. M., PURCHAS R. W. & DUIZER L.M. (2002).** Relationships between sensory and objective measures of meat tenders of beef m. *longissimus thoracis* from bulls and steers. *Meat science*, **60**: 211-218.

**PEARSON L.J., MARTH E H. (1990).** *Listeria monocytogenes*-thrtetto a safe supply. *A review. J. Dairy Sci*, **73**: 912-928.

## Références bibliographiques

---

**PICARD B., JURIE C., CASSAR-MALEK I., HOCQUETTE J.F. (2003).** Typologie et ontogénèse des fibres musculaires chez les bovins, 16 : 125-131.

### R

**RAJKUMAR V., AGNIHOTRI M.K. and SHARMA N. (2004).** Quality and shelf-life of vacuum and aerobic packed chevon patties under refrigeration, **17(4):** 548-553.

**RAY B., BHUNIA A. (2008).** Fundamental food microbiology.

**ROBERTS T. A., BRITTON C.R. and HUDSON W.R. (1980).** The bacteriological quality of minced beef in the U.K. *journal of hygiene*, **85:** 211-211.

**ROBERTS A.J. & WIEDEMANN M. (2003).** Pathogen, host and environmental factors contributing to the pathogenesis of listeriosis. *Cell. Mol. Life Sc*, 60: 904–918.

**ROBIN-BROWNE R.M., HARTLAND E.L. (2003).** Yersinia species (323-355). In International Handbook of Foodborne Pathogens.: Marcel Dekker: New York: 688.

**ROSSET R. (1995).** Conservation de la viande : Recours impératif au froid. Problèmes posés et solutions. *Rev. Gén. Froid*, **85:** 18-23.

### S

**SACHINDRA N.M., SAKHARE K.P., YASHODA D. and NARASIMHA R. (2005).** Microbial profile of buffalo sausage during processing and storage. *Food control*, 16: 31-35.

**SAGOO S.K., LITTLE C.L., ALLEN G., WILLIAMSON K., GRANT K.A. (2007).** Microbiological safety of retail vacuum-packed and modified-atmosphere-packed cooked meats at end of shelf life. *foodprot. Apr*, **70(4):** 943-51.

**SALIFOU C.F.A., BOKO K.C., ATTAKPA Y.E., AGOSSA R.L., OGBANKOTAN I. L, FAROUGOU S.1., MENSAH G.A., SALIFOU S.L, CLINQUART A. et YOUSAO A.K. (2013).** Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. *Journal of animal & plant sciences*, **17(2) :** 2567-2579.

**SARANTOPOULOS C.I.G.L., DE OLIVEIRA L.M., CANAVESI E. (2001).** Carnes, aves, pescados e derivados. Requisitos de conservação de alimentos embalados flexíveis. *campinas*, sp: cetea : 151-174.

**SCHOELLER E. (2005).** Fate of staphylococcus aureus on vacuum-packaged ready-to-eat meat products stored at 21°C. *Journal of food protection*, **68(9):** 1911–1915.

## Références bibliographiques

---

**SILVA A.R., PAULO E.N., SANT'ANA A.S., CHAVES R.D., MASSAGUER P.R. (2011).** Involvement of *Clostridium gasigenes* and *c. algidicarnis* in 'blown pack' spoilage of Brazilian vacuum-packed beef. *International journal of food microbiology*, **148**: 156-163.

**SMITH D.P., CASON J.A. and BERRANG M.E. (2005).** Effect of fecal contamination and cross-contamination on numbers of coliform, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, and *Salmonella* on immersion chilled broiler carcasses. *J. Food Prot.*, **68** : 1340-1345.

**SOUCHÉYRE V. (2008).** Teneur et biodisponibilité du fer héminique et non héminique dans la viande et les abats de boeuf. *Cah. Nutr. Diét.*, **43**.

**SPRING S., MERKHOFFER B., WEISS N., KROPPESTEDT R. M., HIPPE H. and STACKEBRANDT E. (2003).** Characterization of novel psychrophilic clostridia from an antarctic microbial mat: description of *Clostridium frigoris* sp. nov., *Clostridium lacusfryxellense* sp. nov., *Clostridium bowmanii* sp. nov. and *Clostridium psychrophilum* sp. nov. and reclassification of *Clostridium laramiense* as *Clostridium estertheticum* subsp. *laramiense* subsp. nov. *Int. j. syst. evol. microbiol.* **53(4)**: 1019- 1029.

**STEINHAUSEROVÁ I. (2002).** Production and microbial hazards associated with products such as sous vide. In czech: výroba a mikrobiální nebezpečí spojená s výrobou typu sous vide. maso, **6** : 22-23.

**SUDHAKAR G., BHANDARE., PATURKAR A.M., WASKAR V.S. and ZENDE R.J. (2009).** Bacteriological screening of environmental sources of contamination in an abattoir and the meat shops in Mumbai, India, **2(3)**: 277-287.

## T

**TASSEW H., A. ABDISSA, G. BEYENE and S. GEBGRE-SELASIE (2010).** Microbial flora and food borne pathogens on minced meat and their susceptibility to antimicrobial agents. *Ethiop J Health Sci.* **20 (3)**: 137-143.

**TERLOUW E.M.C., (2002).** Stress des animaux et qualités de leurs viandes. Rôles du patrimoine génétique et de l'expérience antérieure. *Prod. Anim.*, n° 15, pp. 125-133.

**TESFAY K., BERIHUN A., HABTAMU T., ABRHA B. (2014).** Assessment of Bacteriological. Quality of Sold Meat in the Butcher Shops of Adigrat, Tigray, Ethiopia. *Applied Journal of Hygiene*, **3 (3)**: 38-44.

## U

**UKUT I., OKONKO I.Q., IKPOH I.S., NKANG A.O., UDEZE A.O., BABALOLA T.A, MEJEHA O.K, FAJOBI E.A. (2010).** Assessment of bacteriological quality of fresh meats sold in Calabar metropolis, Nigeria, **9(1)**: 89-100.

## Références bibliographiques

---

### V

**VAUTIER A. (2005).** Valeurs nutritionnelles de la viande de porc : facteurs de variation. Version 2, Paris : 6- 12- 14- 40.

**VIERLING E. (2003).** Aliments et boissons ; filières et produits. Ed. Dion CRDP Aquitaine. 2ème éd, pp. 51-74.

**VIERLING E. (2008).** Aliments et boissons : Technologie et aspects réglementaires. Ed. CRDP. Aquitaine. 3ème éd, pp. 103, 117, 118.

**VENTER1 P., SHALE K., LUES1 J.F.R. and BUYS E.M. (2006).** Microbial proliferation and mathematical indices of vacuum-packed bovine meat. *Journal of food processing and preservation*, **30**: 433–448.

**VIALA A. et BOTTA A. (2005).** Toxicologie, 2ème édition, Paris : 5- 6- 10- 204- 206.

### WEBOGRAPHIE

**AFSSA. (2003).** Bilan des connaissances relatives aux *Escherichia coli* producteurs de Shigatoxines (STEC) <http://www.afssa.fr/cgi-bin/countdocs.cgi. Documents/MIC-Ra-STECC.pdf>, consulté le 15 aout 2016.

**AGENCE CANADIENNE d'INSPECTION des ALIMENTS – ACIA. (2010).** Rapports annuels sur les résidus de produits chimiques. Disponible au site : <http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/microchem/resid/residf.shtml>. Consulté le 22 juin 2016.

**ANNONYME 1 :** <http://www.almanach-dz.com/index.php?op=fiche&fiche=64>. Consulté en aout 2016

**Institut de l'élevage, 2006 :** <http://www.inst-elevage.asso.fr/> (L'institut de l'élevage, Paris France).

# *Annexes*

---

**ANNEXE 1** : Tableau résumant les principales maladies transmissent de l'animal à l'homme.

<b>Zoonose</b>	<b>Mode de transmission à l'homme</b>	<b>Principaux symptômes chez l'homme</b>	<b>Agent biologique en cause</b>
<b>Tuberculose</b>	Inhalation de fines particules contaminées en suspension dans l'air (aérosol), piqûres ou blessures	Le plus souvent, atteintes pulmonaires, osseuses, articulaires, ganglionnaires	<i>Mycobacterium bovis</i>
<b>Brucellose</b>	Inhalation d'aérosols, ingestion et contact cutané, y compris projections dans les yeux	Fièvre prolongée ou répétée, douleurs articulaires	<i>Brucella</i>
<b>Fièvre Q</b>	Inhalation d'aérosols, contact cutané	Fièvre prolongée, pneumonie...	<i>Coxiella burnetii</i>
<b>Pasteurellose</b>	Morsure, égratignure	Infection locale, œdème, douleurs	<i>Pasteurella</i> spp.
<b>Charbon</b>	Contact cutané, micro-blessure, inhalation d'aérosols	Pustule cutanée, œdème Atteinte pulmonaire ou gastro-intestinale	<i>Bacillus anthracis</i>
<b>Périonyxis et onyxis</b>	Contact cutané, micro-blessure	-Atteinte des doigts : inflammation périunguéale. -Atteinte des orteils : déformation de l'ongle	Divers champignons microscopiques ou bactéries
<b>Mycoses cutanées</b>	Contact cutané	Rougeurs, vésicules, fissurations...	Divers champignons microscopiques

ANNEXE 2 : Composition des milieux de cultures et les réactifs utilisés.

I-Composition des milieux de cultures

Le milieu	La composition g/l	pH (à 25 °C)	Préparation
<b>GN (Gélose nutritive)</b>	Gélatine peptone.....5.0 Extrait de bœuf.....3.0 Agar bactériologique.....15.0	pH = 6.8±0.2	Dissoudre 23 g dans un litre d'eau distillée ; Faire bouillir jusqu'à obtention d'une couleur claire ; Autoclaver 15 min à 121 °C (autoclavage classique)
<b>Bouillon SFB (Sélinite F Broth)</b>	Peptone.....5.0 Tryptone.....5.0 Mannitol.....4.0 Phosphate dipotassique.....4.0	pH= 7 ± 0.2	Dissoudre 18 g du milieu dans un litre d'eau distillée ; Porter à ébullition en agitant ; Autoclavage classique
<b>Sabouraud Dextrose Agar</b>	Peptone mycologique.....10.0 Dextrose.....40.00 Agar.....15.00	pH= 5.6 ±0.2	Dissoudre 65 g dans un litre d'eau distillée ; Chauffer jusqu'à ce que la couleur devient foncée ; Autoclavage classique
<b>VRBL (Violet Red Bile Agar)</b>	Tryptone.....7.0 Extrait autolyque de levure.....3.0 Lactose.....10.0 Sels biliaires.....1.5 Chlorure de sodium.....5.0 Rouge neutre.....0.03 Cristal violet.....0.002 Agar bactériologique.....15.0	pH =7.4 ±0.2	Dissoudre 41.53 g dans un litre d'eau distillée. Chauffer jusqu'à ébullition pour dissoudre complètement la poudre; Autoclavage classique

<b>Bouillon de Roth</b>	Mélange de peptone.....15.0 Glucose.....7.5 Chlorure de sodium.....7.5 Azid de Sodium.....0.2	pH = 7.2 ± 0.2	Dissoudre 34.7 du milieu dans un litre d'eau distillée ; Chauffer jusqu'à dissolution complète ; Autoclaver.
<b>Gélose TSN (Tryptone sulfite néomycine)</b>	Tryptone.....15 Extrait autolytique de levure.....10 Sulfite de Sodium.....1.0 Citrate ferrique ammoniacal.....0.5 Sulfate de néomycine.....0.05 Sulfate de polymyxine B.....0.02 Agar agar bactériologique.....13.5	pH = 7.2 ± 0.2	Dissoudre 40 g dans un litre d'eau distillée ; Porté à ébullition jusqu'à dissolution complète ; Autoclavage classique
<b>Bouillon Eva Litskey</b>	Peptone.....20.0 Glucose.....5.0 Azide.....0.2 Ethyl.violet.....0.5 NaCl.....5.0 Hydrogénophosphate de potassium.....2.7 Dihydrogénophosphate de potassium.....2.7	pH = 6.8 ± 0.2	Dissoudre 35.8 du milieu dans un litre d'eau distillée ; Bien mélanger jusqu'à dissolution complète ; Autoclavage classique
<b>Gélose SS (Agar Salmonella shigella)</b>	Lactose.....10.0 Mélange de sels biliaires.....8.5 Citrate de sodium.....8.5 Thiosulfate de sodium.....8.5 Extrait de bœuf.....5.0 Mélange peptone.....5.0 Citrate ferrique.....1.0 Rouge neutre.....0.025 Vert brillant.....0.0003 Agar bactériologique.....13.5	pH = 7.0 ± 0.2	Dissoudre 60 g dans un litre d'eau distillée; Faire bouillir en agitant jusqu'à obtention d'une suspension homogène ; Ne pas autoclaver.
<b>Gélose Chapman</b>	Extrait de levure.....3.0 Tryptone.....5.0 Peptone.....10.0 Extrait de viande.....1.0 Chlorure de sodium.....75 Mannitol.....10 Rouge de phénol.....0.050 Agar.....20.0	pH = 7.4 ± 0.1	Dissoudre 124.05 g du milieu dans un litre d'eau distillée ; Porter à ébullition en agitant jusqu'à dissolution complète ; Autoclaver.

<b>BHIB (bouillon cœur cervelle)</b>	Proteose peptone.....10 Infusion de cervelle veau.....12.5 Infusion de cœur bœuf.....5 Glucose.....2 Chlorure de sodium.....5 Hydrogénophosphate de sodium...2.5	pH 7.4 ± 0.2	Dissoudre 37 g du milieu dans un litre d'eau distillée ; Chauffer en agitant jusqu'à ébullition ; Autoclavage classique.
<b>GC (Giolitti Cantoni)</b>	Tryptone.....10.0 Extrait de viande de bœuf.....5.0 Extrait de levure.....5.0 Chlorure de lithium.....5.0 Mannitol.....20.0 Chlorure de sodium.....5.0 Mannitol.....5.0 Glycocolle.....1.2 Pyruvate de sodium.....3.0	pH 6.9 ± 0.2	Dissoudre 54.2 g de poudre dans un litre d'eau distillée et chauffer doucement jusqu'à dissolution complète ; Autoclavage classique.
<b>Eau physiologique</b>	Chlorure de sodium (NaCl).....9g Eau distillée.....1000ml	pH = 7	Dissoudre 9 g de NaCl dans un litre d'eau distillée, chauffer légèrement pendant 5 min Autoclavage classique.

## II-Composition des réactifs

### Solution de tellurite de potassium

Tellurite de potassium.....1 g  
 Eau distillée.....100 ml

### Solution de sulfite de sodium

Sulfite de sodium.....5 g.  
 Eau distillée.....100 ml

### Plasma de lapin

Digestion papainique de viande de bœuf.....500 ml  
 Hydrolysât de gélatine.....20 ml  
 Citrate trisodique.....0.3 g  
 Eau.....480 ml

### ANNEXE 3 : Table de Mac Grady pour trois tubes par dilution

Trois tubes par dilution				
NPP	Nombre caractéristique	NPP	Nombre caractéristique	NPP
0,0	201	1,4	302	6,5
0,3	202	2,0	310	4,5
0,3	210	1,5	311	7,5
0,6	211	2,0	312	11,5
0,6	212	3,0	313	16,0
0,4	220	2,0	320	9,5
0,7	221	3,0	321	15,0
1,1	222	3,5	322	20,0
0,7	223	4,0	323	30,0
1,1	230	3,0	330	25,0
1,1	231	3,5	331	45,0
1,5	232	4,0	332	110,0
1,6	300	2,5	333	140,0
0,9	301	4,0		

### ANNEXE 4 : Etape de la coloration de Gram

- 1- Prélèvement : Le prélèvement d'une souche bactérienne à partir d'un milieu solide est fait en déposant une goutte d'eau sur une lame propre, puis le prélèvement est déposé dans cette goutte d'eau ;
- 2- Etalement : On étale la souche bactérienne en une couche mince et homogène ;
- 3- Séchage : Le frottis est séché par passage au-dessus de la flamme ;
- 4- Fixation : Le frottis est fixé par la chaleur par passage 4 ou 5 fois dans la flamme ;
- 5- Coloration :
  - Recouvrir le frottis avec le colorant primaire, le violet de gentiane. Laisser agir 60 secondes ;
  - Rejeter le colorant sans laver, recouvrir avec le Lugol (fixateur) ; laisser agir 45 secondes ;
  - Rejeter le Lugol, et recouvrir une seconde fois avec ce réactif, laisser agir 45 secondes ;
  - Décolorer à l'alcool pendant 30 secondes ;
  - Rincer à l'eau courante afin de neutraliser l'action de l'alcool ;
  - Recouvrir le frottis avec la fuschine et laisser agir 60 secondes ;
  - Laver à l'eau courante jusqu'à ce que l'eau de rinçage ressort claire ;
  - Sécher la lame, et observer à l'immersion ( $G \times 1000$ ), les *Staphylococcus aureus* sous microscope apparaissent en forme de grappes colorées en violet, et les *Micrococcus* sous forme de tétrade.

**ANNEXE 5 : Questionnaire administrés aux bouchers (réalisé sur 100 bouchers du 30 mai au 29 juin).**

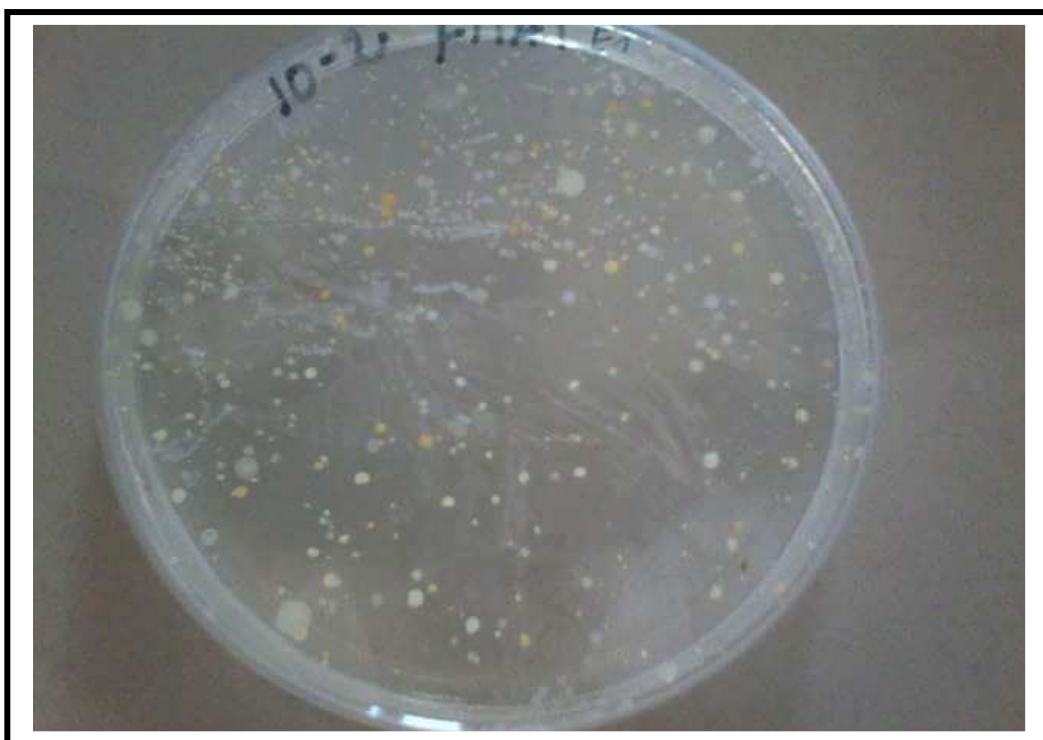
Questions	Propositions	Réponse
Vous avez quel âge ?	< 18 ans Entre 18- 30 ans Entre 31- 40 ans Entre 40- 60 ans > 60 ans	62% entre 18 et 30  20% entre 40 et 60 18 % > 60 ans
Avez-vous fait des études ?	Oui Non	89% 11%
Quel est votre niveau d'étude ?	Primaire Secondaire Lycée Autre ...	13 % 39% 48%
Depuis quand vous pratiquez ce travail ?	0 à 4 ans 5 à 10 ans 11 à 20 ans plus de 20 ans	60% 13% 20% 7 %
Vérifiés-vous votre état de santé périodiquement?	Oui Non	60 % 40%
Si oui, quelle est votre dernière visite médicale ?	Le mois dernier Il y a trois mois Il y a six mois Une année	10% 13% 59% 8 %
Travaillez vous quand vous tombé malade ?	Oui Non	49 % 51%
Quelles sont les types de viande vendue dans votre boucherie ?	90% espèces confondues (ovine, caprine, bovine). 10% de viande chevaline	
Quelle est la viande la plus demandée par les clients et pourquoi ?	La viande bovine en raison de faible prix, appréciée par son gout.	
Quelle est la partie la plus demandée par le consommateur ?	La cuisse avec 50 %, l'épaule avec 40 % et le collier avec 10 %	
Elle coute combien la viande dans votre boucherie ?	800-1000 DA 1000-1200 DA Plus de 1200 DA	19% 70% 11%

De quel abattoir vous ramenez votre viande ?	Boghni Tamda	43% 57%
Es-ce-que votre viande termine la même journée ?	Oui Non	61% 39%
Quel est le temps moyen de vente de la viande dans votre boucherie ?	1 -4 heures 5 - 8 heures 9 -12 heures Plus de 12 heures	29% 59% 12%
Lavez-vous vos mains avant chaque manipulation ?	Oui Non	100% 0%
vous avez des installations pour laver les mains ?	Oui Non	88% 12%
Combien de fois vous nettoyez vote boucherie?	89 % on répondu après fin de journée	
Utilisez-vous des détergents lors du lavage de votre boucherie ?	Oui Non	100% 0%
Si oui, quel est le détergent que vous utilisez ?	Pour la plupart l'eau de javel (DAF)	
Combien de fois vous nettoyez et désinfectez votre la table de découpe ?	En fin de journée Après 2 jours Après 3 jours	16% 44% 40%
Quelle est la différence entre un nettoyage et une désinfection ?	Bonne réponse Mauvaise réponse	3% 97%
Avez-vous un problème de mouche ?	Oui Non	32% 68%
Si oui, comment vous procédez face à ce problème ?	Aspiration d'insecticide	
Êtes-vous conscient des risques sanitaires liés à la consommation des viandes contaminées ?	Oui Non	91% 9%
A votre avis, quelle est la cause la plus fréquente de contamination et d'altération des viandes ?	45 % ont répondu de l'abattoir ; 39 % les installations de découpe, 16 % sans réponse	
Quelles sont vos suggestions sur la manière d'améliorer l'hygiène et la qualité de la viande ?	Réponses très diversifiées	

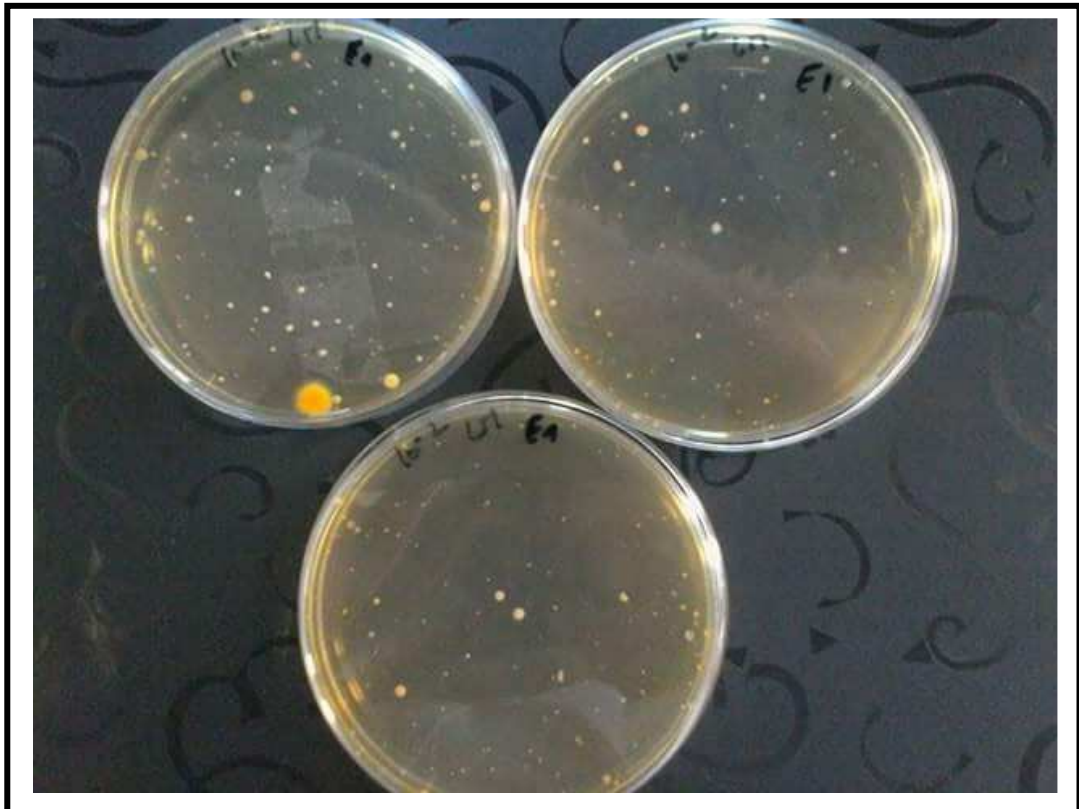
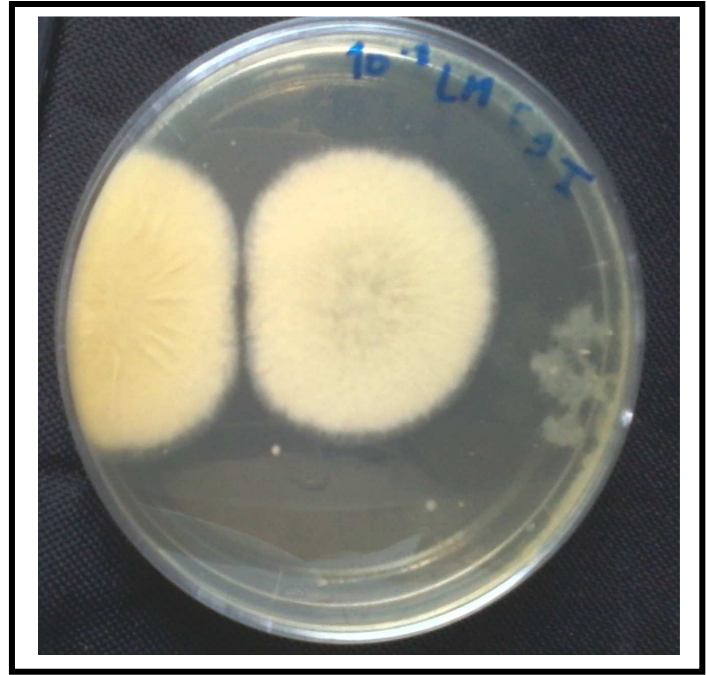
**ANNEXE 6** : les résultats d'analyse microbiologique sur les deux types de viande exprimés en UFC.

Type de viande	Echantillon	FMAT	CF	LM	SF	S.aureus	ASR	Salmonelle
<b>Viande locale</b>	<b>Ech 1</b>	$7.6 \times 10^6$	$1.7 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$	$1.7 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	0	-if
	<b>Ech 2</b>	$6.8 \times 10^5$	$5.3 \times 10^3$	$1.2 \times 10^6$	$4.6 \times 10^4$	$5.1 \times 10^2$	0	+if
	<b>Ech 3</b>	$7.6 \times 10^4$	$8.4 \times 10^2$	$5.6 \times 10^5$	0	0	0	-if
	<b>Ech 4</b>	$4.1 \times 10^4$	$2.5 \times 10^3$	$2.7 \times 10^4$	$4.7 \times 10^3$	$3.9 \times 10^2$	11	+if
	<b>Ech 5</b>	$6.5 \times 10^5$	$3.7 \times 10^3$	$1.1 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	0	+if
	<b>Ech 6</b>	$3.2 \times 10^5$	$4.6 \times 10^3$	$7.9 \times 10^3$	$1.7 \times 10^4$	$2.4 \times 10^2$	0	+if
	<b>Ech 7</b>	$1.6 \times 10^4$	$2.2 \times 10^4$	$6.6 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$	0	0	+if
	<b>Ech 8</b>	$6.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$	$3 \times 10^2$	2	+if
	<b>Ech 9</b>	$1.7 \times 10^6$	$5 \times 10^3$	$3.9 \times 10^5$	$1.7 \times 10^3$	$3.3 \times 10^2$	4	-if
	<b>Ech 10</b>	$1.9 \times 10^5$	$2.6 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	0	$2 \times 10^2$	3	+if
<b>Viande importée</b>	<b>Ech 1</b>	$5.1 \times 10^3$	$4.5 \times 10^2$	$1.3 \times 10^5$	0	$1.6 \times 10^2$	0	-if
	<b>Ech 2</b>	$1.3 \times 10^4$	$4.4 \times 10^3$	$6.2 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$9.2 \times 10^1$	2	+if
	<b>Ech 3</b>	$8.9 \times 10^3$	$2.9 \times 10^3$	$2.2 \times 10^4$	0	$8.4 \times 10^2$	0	+if
	<b>Ech 4</b>	$1.2 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	$4 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$	0	-if
	<b>Ech 5</b>	$4.3 \times 10^4$	0	$6.3 \times 10^3$	$1.4 \times 10^4$	$2.1 \times 10^2$	9	-if
	<b>Ech 6</b>	$1.7 \times 10^4$	$7.3 \times 10^2$	$1.3 \times 10^4$	$3.5 \times 10^3$	0	0	+if
	<b>Ech 7</b>	$4.7 \times 10^4$	0	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	0	0	-if
	<b>Ech 8</b>	$9.8 \times 10^5$	0	$4 \times 10^3$	0	$5 \times 10^2$	0	-if
	<b>Ech 9</b>	$4.6 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$1.7 \times 10^5$	$7.5 \times 10^3$	$2.3 \times 10^2$	0	+if
	<b>Ech 10</b>	$6 \times 10^3$	0	$1.4 \times 10^4$	0	$6.4 \times 10^1$	0	+if

ANNEXE 7 : Photo des analyses microbiologiques (photos originales, 2016).



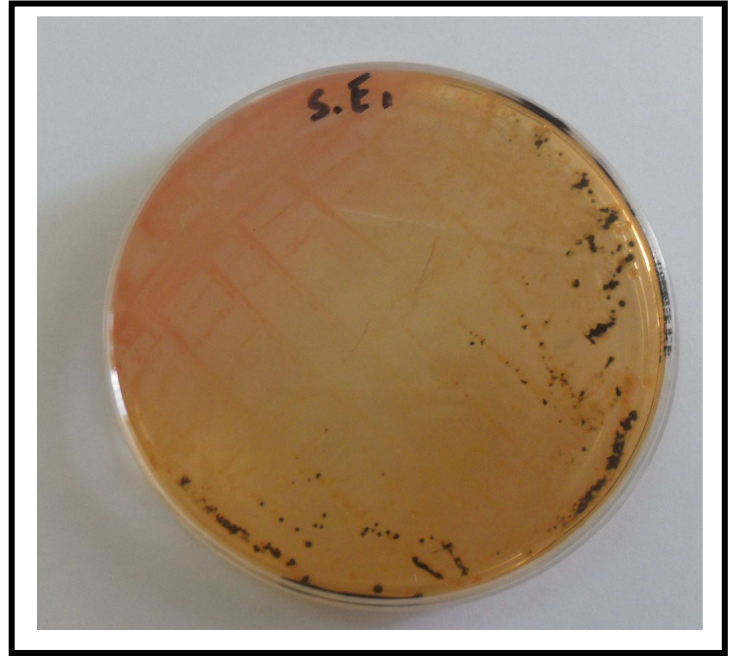
Aspect de la Flore Mésophile Aérobie Totale après incubation à 37°C en profondeur de milieu GN



Aspect de certaines levures et moisissures trouvées sur la viande, sur milieu Sabouraud



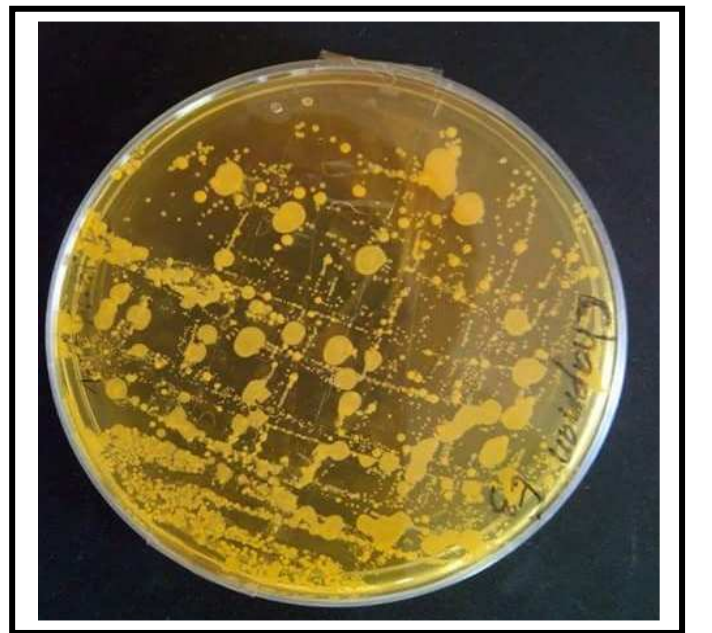
Absence de salmonelle après une durée d'incubation de 18h à 37°C en milieu SS



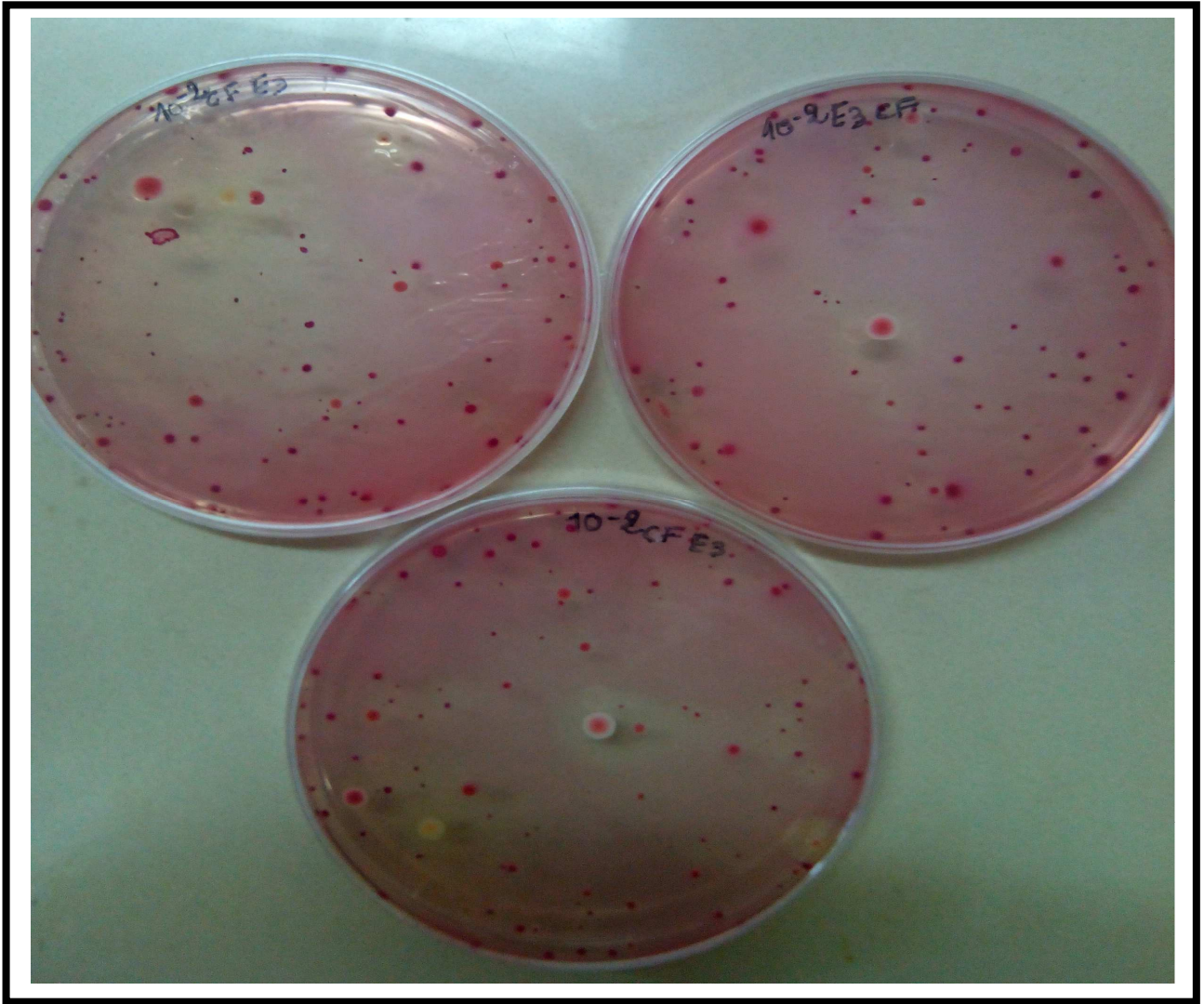
Présence de salmonelle après une durée d'incubation de 18h à 37°C en milieu SS



Etape d'enrichissement des salmonelles en milieu SFB et incubation à 37°C pendant 18h



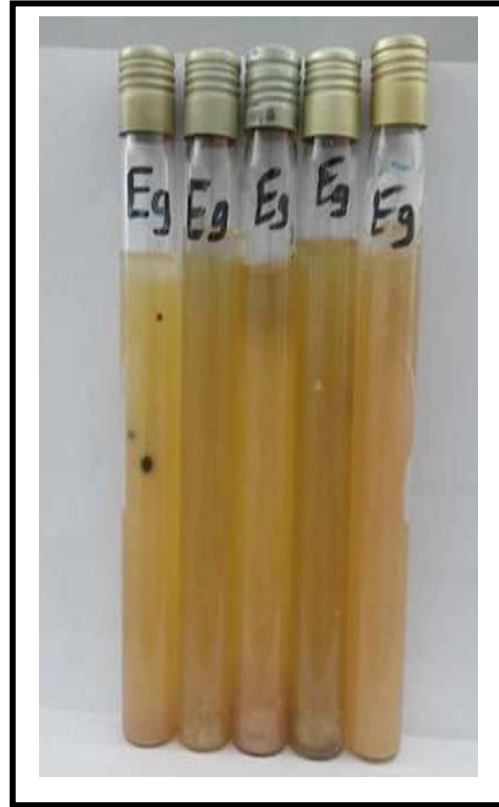
Les S.aureus sur milieu Chapman après 18h d'incubation à 37°C



Aspect des coliformes fécaux sur milieu gélosé VRBL après une durée d'incubation à 44°C pendant 24h.



Les *S.aureus* en milieu Gioliti  
Cantoni après 18h d'incubation  
à 37°C



Aspect des anaérobies sulfito-réducteurs sur milieu  
TSN après une incubation pendant 48h à 44°C



Milieux de cultures utilisés pour les analyses microbiologiques

## Résumé

La consommation des viandes contaminées est l'une des principales sources de maladies d'origines alimentaires, qui se voient se propager dans la plupart des régions du monde en particulier les pays en développement.

La présente étude consiste en une étude comparative de la qualité microbiologique des viandes fraîches locales et des viandes importées conditionnées sous vide mises sur le marché afin d'évaluer leur risque sur la santé publique. Pour ce faire, un total de 20 échantillons de viande (n=10 de viande locale et n= 10 de viande importée) ont été achetés chez divers bouchers de la ville de Tizi Ouzou et ont fait l'objet d'analyses microbiologiques. L'évaluation microbiologique a porté sur le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les levures et moisissures (LM), les coliformes fécaux (CF), les streptocoques fécaux (SF), les anaérobies sulfite-réducteurs à 46°C (ASR à 46°C), les *S. aureus* et la recherche des salmonelles.

Les charges moyennes en FMAT, LM, CF, SF, ASR à 46°C obtenues sur la viande locale (6.1, 5.4, 3.7, 4 et 1.33 log UFC/g respectivement) sont relativement élevées à celles obtenues sur la viande importée (5.1, 4.6, 3.1, 3.5, 0.04 log UFC/g respectivement). L'analyse microbiologique réalisée a permis également de mettre en évidence le germe salmonelle dans 70% des échantillons de la viande locale, et 50% des échantillons de la viande importée. Les résultats obtenus dénotent une mauvaise hygiène des viandes analysées et peuvent constituer un véritable risque sur la santé publique surtout si elles sont insuffisamment cuites.

**Mot clés :** Viande bovine locale, viande bovine importée sous vide, qualité hygiénique, micro-organismes pathogène, santé publique.

## Abstract

The consumption of contaminated meat is a major source of food-borne diseases, which are spread in most parts of the world especially developing countries.

This study is a comparative study of the microbiological quality of local fresh meat and imported meat vacuum placed on the market to assess their risk to public health. A total of 20 meat samples (n = 10 local beef and n = 10 for imported meat) were purchased from various butchers of Tizi Ouzou and were the subject of microbiological analyzes. The microbiological evaluation focused on the enumeration of total aerobic mesophilic flora (TAMF), yeasts and molds (YM), fecal coliform (FC), fecal streptococci (FS), the sulphite-reducing anaerobes in 46 ° C (SRA to 46 ° C), *S. aureus* and for salmonella.

Medium loads in TAMF, YM, FC, FS, SRA at 46 ° C obtained on the local meat (6.1, 5.4, 3.7, 4 and 1.33 log CFU / g, respectively) are relatively high in those stored in the imported meat (5.1 , 4.6, 3.1, 3.5, 0.04 log CFU / g, respectively). Microbiological analysis conducted also allowed to highlight the salmonella germ in 70% of samples of local meat, and 50% of samples of imported meat. The results indicate poor hygiene of the meat analyzed and can be a real risk to public health especially if they are undercooked.

**Key word:** Local Beef, imported vacuum packed beef, hygienic quality, pathogenic microorganisms, public health.