

# UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques  
Département des Sciences Vétérinaires

## MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Sciences vétérinaires  
Option : Microbiologie médicale vétérinaire

Evaluation de la qualité bactériologique des carcasses  
bovines à l'abattoir de Blida

Par

**BENNADJI Mohamed El Amine**

Devant le jury composé de

A. BOUYOUCHEF, Professeur, Univ de Blida	Président
A. CHAHED, MC, Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire, Alger	Examinatrice
A. BERBER, MC, Univ de Blida	Examineur
D. GUETARNI, Professeur, Univ de Blida	Promoteur
E.H.A. LEBRES, Maître de recherche, Institut Pasteur d'Algérie	Co-Promoteur

Blida, 2009

## RESUME

La viande peut être le siège d'une contamination et d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance. En Algérie, le nombre de cas de toxi-infections alimentaires collectives (viandes et autres) déclarés de l'année 2005 est de 5046 cas, et la wilaya de Blida présente l'un des plus fort taux régionaux avec 42,96 cas pour 100000 habitants.

La présente étude est une contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique des carcasses bovines dans l'abattoir de Blida. Les prélèvements ont concerné 90 échantillons sur 30 carcasses bovines prélevés à la fin de la chaîne d'abattage, juste avant la réfrigération par la méthode d'écouvillonnage. Trois régions sont testées : Le collier, la poitrine et la partie arrière du rumsteck. Les analyses bactériologiques ont porté sur le dénombrement des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tolérants, d'*Escherichia coli* et la recherche des Salmonelles.

Les résultats obtenus ont montré que les taux de contamination des régions varient en fonction des carcasses et des sites de prélèvements. La région de la nuque montre le taux de contamination le plus élevé (Coliformes totaux : 70%) ; la région de la partie arrière du rumsteck montre la charge maximale de contamination par les Coliformes thermo-tolérants ( $1,8.10^7$  germes / cm<sup>2</sup>). *E.coli* a été présente sur 50% des carcasses, tandis que les Salmonelles n'ont été isolées sur aucun échantillon. Le classement des carcasses par catégorie a révélé que 63,33% des carcasses ont été de qualité insatisfaisante et que l'abattoir, lieu de l'étude, produit des carcasses bovines de cette qualité (insatisfaisante) pendant trois journées par semaine.

### **Mots clés :**

Abattoirs, carcasses bovines, qualité bactériologique, Coliformes, *E.coli*, *Salmonella*.

## SUMMARY

Meat can be the siege of a contamination and a microbial proliferation because it constitutes an excellent middle of growth. In Algeria, the number of cases of collective toxiinfections (meats and other foods) declared in 2005 were 5046 cases and the department of Blida presents one of most hardly regional rates with 42,96 cases for 100000 inhabitants.

The present study is a contribution to the bacteriological quality evaluation of bovine carcasses in the slaughterhouse of Blida. 90 samples on 30 bovine carcasses were taken in the end of slaughter, just before the refrigeration by swabing method. Three sites were tested: the neck, the rump and the brisket. The bacteriological analyses concerned the enumeration of: total Coliforms, thermotolerant Coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella*.

The results showed that the contamination rates of sites vary according to carcasses and sampling sites. The neck site shows the most raised rate of contamination (total Coliforms : 70%); the rump site shows the maximum load of contagion by thermotolerant Coliforms ( $1,8.10^7$  germs / cm <sup>2</sup>). *E.coli* was present on 50 % of carcasses, but *Salmonella* have not been detected in any sample. The classification of carcasses by category revealed that 63,33 % of carcasses were of unsatisfactory quality and the slaughterhouse of Blida product carcasses of this quality (unsatisfactory) within three days per week.

### **Keywords :**

Slaughterhouses, bovine carcasses, bacteriological quality, Coliforms, *E.coli*, *Salmonella*.

## ملخص

يمكن للحوم أن تكون ناقلة للعدوى و وسطا لتكاثر الجراثيم لأنها تمثل وسطا جيدا لنموها. في الجزائر، عدد حالات التسمم الغذائي الجماعي (لحوم و أغذية أخرى) المعان عنها لسنة 2005 تقدر بـ: 5046 حالة و ولاية البلدية أحصت نسبة من أعلى النسب الجهوية بمعدل 42,96 حالة لـ : 100000 ساكن. تمثل هذه الدراسة مساهمة في تقييم النوعية البكتريولوجية لهياكل الأبقار في مذبج البلدية. في المجموع 90 عينة أخذت من 30 هيكل للأبقار المذبوحة. أخذت العينات في نهاية عملية الذبح قبيل وضع الهياكل في المبردات و ذلك باستعمال طريقة المسح السطحي للهياكل ثلاثة مناطق من هياكل البقر خضعت للتحليل : الرقبة، الصدر و الكفل (المنطقة الخلفية للخذ). اهتمت الدراسة البكتريولوجية بتعداد : مجموع الكوليفورم، الكوليفورم المقاوم للحرارة، اشاريشيا كولي و السلمونيلا.

النتائج المحصل عليها بينت أن النسب و التعداد البكتريولوجي حسب المنطقة و الهيكل. أعلى نسبة للعدوى سجلت بمنطقة الرقبة (مجموع الكوليفورم : 70%) في منطقة الكفل سجل أعلى تعداد للكوليفورم المقاوم للحرارة ( 10.1,8<sup>7</sup> بكتيريا/سم<sup>2</sup>). اشاريشيا كولي وجدت في 50 من الهياكل بينما لم يتم عزل السلمونيلا من أي عينة. بين تصنيف الهياكل أن 63,33% من الهياكل الخاضعة للتحليل البكتريولوجي كانت ذات نوعية غير مرضية و أن مذبج البلدية ينتج أبقار من هذه النوعية (غير مرضية) خلال ثلاثة أيام في الأسبوع.

### الكلمات المفاتيح :

مذابج، هياكل الأبقار، النوعية البكتريولوجية، الكوليفورم، اشاريشيا كولي، السلمونيلا.

## REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie **DIEU** tout puissant de m'avoir aidé et donné la foi et la force pour achever ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude :

À mon promoteur **Monsieur D. GUETARNI**, Professeur à l'Université Saad DAHLEB de Blida, pour avoir été disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, pour son aide et son soutien.

À **Madame D. AMMI**, maître assistant à l'Université Saad DAHLEB de Blida, pour son aide.

J'adresse mes sincères remerciements :

À **Monsieur A. BOUYOUCEF**

Professeur à l'Université Saad DAHLEB de Blida, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de ce mémoire. Hommages respectueux.

À **Madame A. CHAHED**

Maître de Conférences, à l'école nationale supérieure vétérinaire, qui m'a fait l'honneur de prendre part à ce jury. Sincères remerciements.

À **Monsieur A. BERBER**

Maître de Conférences, à l'Université Saad DAHLEB de Blida, pour avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie de notre jury de mémoire. Remerciements respectueux.

À **mon père** qui n'a jamais cessé de m'aider, me soutenir et m'encourager.

À **ma mère**, pour m'avoir aidé et soutenue, en témoignage de tout mon amour et ma reconnaissance.

À mon frère et mes sœurs ;

**Moussa, Souad, Soumaya, Amina, Aicha, Khadidja et Sara.**

À mes **oncles et tentes.**

À messieurs : **Boudjemea Brahimi, Smail Gharbi et Redha Saadaoui.**

Le travail réalisé dans ce mémoire est le fruit de coopération avec les services vétérinaires de la wilaya de Blida, dont je tiens à remercier :

- **Dr D. Morsli**, inspecteur vétérinaire.
- **Dr S. Bouderghouma**, docteur vétérinaire.

Je ne manquerais de remercier sincèrement **Pr G.DAUBE** pour m'avoir aidé et encouragé.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

## TABLE DES MATIERES

RESUME

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

Liste des illustrations, graphiques et tableaux

INTRODUCTION

1. PANORAMA GENERAL DES VIANDES	16
1.1. La viande dans le spectre socio-culturel et socio-alimentaire	16
1.2. Les viandes dans le monde	19
1.2.1. La production mondiale des viandes	19
1.2.2. La consommation mondiale des viandes	19
1.3. La filière Algérienne des viandes rouges	20
1.4. La production Algérienne des viandes	20
1.5. La consommation Algérienne des viandes	21
1.6. Les importations Algériennes de viande bovine	22
2. LE MUSCLE	23
2.1. Le muscle squelettique	23
2.1.1. La composition du muscle squelettique	23
2.1.2. Structure du muscle squelettique	24
2.1.2.1. Structure des myofilaments	28
2.1.2.1.1. Les filaments épais de myosine	28
2.1.2.1.2. Les filaments fins d'actine	29
2.1.2.1.3. Les phénomènes moléculaires de la contraction musculaire	29
2.1.2.1.4. Les fibres musculaires	30
2.1.2.1.5. Classification des fibres musculaires	31
2.2. Evolution des caractéristiques des fibres musculaires chez les bovins	32

3. DE L'ANIMAL VIVANT A LA VIANDE	33
3.1. Activités de l'abattoir	33
3.1.1. L'abattage	33
3.1.2. L'inspection <i>ante mortem</i> et l'amenée au poste d'abattage	33
3.1.3. La saignée	34
3.1.4. Le dépouillement	35
3.1.5. L'éviscération	35
3.1.6. La fente	36
3.1.7. L'inspection <i>post mortem</i>	37
3.1.8. La pesée	37
3.1.9. L'estampillage	38
3.1.10. Le ressuyage	38
3.2. La transformation du muscle en viande	39
3.2.1. Les différentes phases de transformation	39
3.2.1.1. Première phase	39
3.2.1.2. Deuxième phase	40
3.2.1.3. Troisième phase	40
3.2.2. Mécanismes impliqués dans le processus de maturation	41
3.2.2.1. Les mécanismes physico-chimiques	41
3.2.2.2. Mécanismes enzymatiques	42
4. QUALITES DE LA VIANDE	44
4.1. Définition de La qualité	44
4.2. Caractéristiques organoleptiques	45
4.2.1. Couleur	46
4.2.2. Tendreté	48
4.2.3. Jutosité	48
4.2.4. Flaveur	49
4.3. Qualité hygiénique et sanitaire de la viande	50
4.3.1 La contamination superficielle des carcasses	50
4.3.2. Facteurs incriminés dans la contamination superficielle des carcasses	51
4.3.2.1. L'état de malpropreté des animaux et de leurs peaux	51
4.3.2.2. Le contenu des viscères	51
4.3.2.3. La pollution de l'atmosphère et des salles de l'abattoir	52

4.3.2.4. Matériel et mains d'ouvriers	52
<b>5. EVALUATION DE LA QUALITE HYGIENIQUE ET SANITAIRE DES CARCASSES</b>	<b>54</b>
5.1. Méthodes d'échantillonnage dans les abattoirs	54
5.1.1. Comparaison entre les méthodes et les matériaux d'échantillonnage	54
5.2. Protocoles internationaux d'échantillonnage des carcasses dans les abattoirs	55
5.3. Les zones d'échantillonnage sur les carcasses bovines	56
5.4. Surfaces et nombre des zones à écouillonner sur les carcasses bovines	57
5.5. Matériaux utilisés pour l'écouvillonnage	57
5.6. Moments d'échantillonnage au cours du processus d'abattage	57
5.7. Principaux marqueurs de la qualité hygiénique et sanitaire des carcasses	58
5.7.1. Les marqueurs de la qualité hygiénique	58
Les Germes aérobies totaux	58
Les Entérobactéries	59
Les Coliformes totaux et thermo-tolérants	59
<i>E. coli</i>	60
5.7.2. Les marqueurs de la qualité sanitaire	60
<i>Salmonella</i>	60
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	61
<i>Campylobacter jejuni</i>	61
<i>Yersinia enterocolitica</i>	61
5.8. Méthodes d'évaluation de la qualité microbiologique des viandes	61
Les techniques traditionnelles	62
Les techniques rapides	62
Interprétation des résultats	63
<b>6. PARTIE EXPERIMENTALE</b>	<b>64</b>
6.1. PREMIERE PARTIE : Enquête par questionnaire	64
6.1.1. MATERIELS	65
6.1.2. METHODES	65
6.1.3. RESULTATS	66

6.1.4. DISCUSSION	68
6.2. DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES CARCASSES	69
6.2.1. Choix de la période de l'étude	69
6.2.2. MATERIELS	70
6.2.2.1. Matériel biologique.	70
6.2.2.1.1. Taille de l'échantillon	70
6.2.2.1.2. Matériel d'échantillonnage	72
6.2.2.2. Matériel de laboratoire	72
6.2.3. METHODES	72
6.2.3.1. Choix de la méthode d'échantillonnage	72
6.2.3.2. Choix du moment d'échantillonnage pendant le processus d'abattage	73
6.2.3.3. Evaluation des carcasses	73
6.2.3.4. Prélèvements	75
6.2.3.5. Analyses bactériologiques	77
6.2.3.5.1. Préparation des dilutions décimales	77
6.2.3.5.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants	80
6.2.3.5.3. Recherche, identification et dénombrement des <i>Escherichia coli</i>	83
6.2.3.5.4. Recherche des Salmonelles	86
6.2.3.5.5. Identification des souches autres que les Entérobactéries	90
6.3. RESULTATS	91
6.3.1. Identification des colonies suspectes de Salmonelles	91
6.3.2. Résultats du dénombrement des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tholérants et <i>Escherichia coli</i> (flores)	92
6.3.3. Distribution des flores en fonction des régions	94
6.3.4. Taux de contamination des carcasses	97
6.3.5. Charges bactériennes des carcasses contaminées	98
6.3.6. Evaluation des carcasses	100
6.4. DISCUSSION	103
6.4.1. Charges bactériennes des échantillons	105
6.4.2. Distribution des flores en fonction des régions	106

6.4.3. Evaluation des carcasses	107
6.4.4. Identification des souches suspectes de Salmonelles	109
CONCLUSION	111
RECOMMANDATIONS	112
REFERENCES	
APPENDICES	
A Critères microbiologiques fixés pour les viandes rouges	
B Questionnaire	
C Description de l'abattoir de Blida	
D Matériels de laboratoire	
E Statistiques journalière d'abattage de bovins à l'abattoir de Blida	
F Résultats des analyses bactériologiques des échantillons	
G Charge bactérienne par régions	
H Charges bactériennes moyennes quotidiennes des carcasses en (germes/cm <sup>2</sup> ) et en (log ufc/cm <sup>2</sup> )	

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

- Figure 2.1. Structure du muscle squelettique.
- Figure 2.2. Distribution des éléments vasculaires à l'intérieur du muscle.
- Figure 2.3. Anatomie du muscle squelettique au niveau macroscopique et microscopique.
- Figure 2.4. Structure de la molécule de myosine II.
- Figure 2.5. Structure d'un filament fin d'actine.
- Figure 3.1. La saignée.
- Figure 3.2. Le dépouillement.
- Figure 3.3. L'éviscération.
- Figure 3.4. Fente des carcasses.
- Figure 3.5. Estampillage des carcasses.
- Figure 3.6. Le refroidissement.
- Figure 4.1. Les différentes facettes de la qualité d'un aliment.
- Figure 4.2. Couleur de la viande.
- Figure 5.1. Zones à prélever sur une carcasse bovine.
- Figure 6.1. La distribution des réponses au questionnaire.
- Figure 6.2. Les trois régions les plus exposées à la contamination lors du processus d'abattage.
- Figure 6.3. Abattage de bovins au niveau de l'abattoir de Blida (2003 - 2006).
- Figure 6.4. Lavette utilisée pour l'échantillonnage.
- Figure 6.5. Le moment d'échantillonnage.
- Figure 6.6. Critères bactériologiques tolérés pour les *Entérobactériaceas* (carcasses bovines).
- Figure 6.7. Prélèvement sur la partie arrière du rumsteck.
- Figure 6.8. Fermeture d'un sac stomacher par un ruban adhésif et acheminement au laboratoire d'analyse.
- Figure 6.9. Homogénéisation des échantillons.
- Figure 6.10. Récupération de la suspension mère.
- Figure 6.11. Logigramme de la préparation des dilutions décimales.

- Figure 6.12. Ensemencement en profondeur.
- Figure 6.13. Dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants.
- Figure 6.14. Logigramme du dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants.
- Figure 6.15. Logigramme de la recherche et du dénombrement d'*E.coli*.
- Figure 6.16. Pré-enrichissement.
- Figure 6.17. Enrichissement.
- Figure 6.18. Isolement des Salmonelles sur le milieu Hektoen.
- Figure 6.19. Colonies suspectes de Salmonelle.
- Figure 6.20. Galerie Api 20E.
- Figure 6.21. Logigramme de la recherche des Salmonelles.
- Figure 6.22. Résultats de la recherche des flores.
- Figure 6.23. Taux de contamination des carcasses.
- Figure 6.24. Taux correspondants aux catégories des carcasses.
- Figure 6.25. Catégories des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne.
- 
- Tableau 1.1. Consommation totale mondiale des viandes en Kg/personne /an.
- Tableau 1.2. Production Algérienne des viandes.
- Tableau 1.3. Production Algérienne de viande bovine.
- Tableau 1.4. Consommation Algérienne de viande bovine.
- Tableau 1.5. Les importations Algérienne de viande bovine désossée.
- Tableau 2.1. Constituants du muscle squelettique de mammifère.
- Tableau 6.1. Fréquence d'exposition des régions à la souillure microbienne sur une carcasse bovine dans les abattoirs.
- Tableau 6.2. Statistiques d'abattage de bovins à l'abattoir de Blida (2003 - 2006).
- Tableau 6.3. Tirage systématique des carcasses à échantillonner.
- Tableau 6.4. Travaux rapportant les germes recherchés sur les carcasses bovines
- Tableau 6.5. Caractères biochimiques d'*E.coli*.
- Tableau 6.6. Résultats de la recherche des flores pour les 90 échantillons analysés.
- Tableau 6.7. Résultats de l'identification biochimique des colonies suspectes d'être des Salmonelles.

Tableau 6.8. Charges bactériennes des échantillons analysés.

Tableau 6.9. Distribution des flores en fonction des régions.

Tableau 6.10. Taux de contamination des carcasses.

Tableau 6.11. Charges bactériennes des carcasses.

Tableau 6.12. Classement des carcasses étudiées par catégorie.

Tableau 6.13. Evaluation des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne.

## INTRODUCTION

La disponibilité d'aliments sains et nutritifs est l'un des droits fondamentaux et un facteur essentiel pour un état de santé adéquat. Le problème de la consommation d'aliments contaminés et de ses effets préjudiciables à la santé humaine, n'a pas été étudié de façon suffisamment approfondie dans la région de la méditerranée orientale et le proche orient [177].

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive. Sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. Cependant la viande peut être le siège d'une contamination et d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance [157, 178]. En Algérie, le nombre de cas de toxi-infections alimentaires collectives (viandes et autres) déclarés de l'année 2005 est de 5046 cas. La wilaya de Blida présente l'un des plus fort taux régionaux avec 42,96 cas pour 100000 habitants [179].

En Algérie, l'arrêté interministériel n°35 du 27 Mai 1998 définit les critères d'évaluation de la qualité microbiologique des viandes rouges et de leurs produits dérivés (appendice A); toutefois, ce règlement occulte les carcasses fraîchement abattues au niveau des abattoirs. D'autres pays définissent des critères microbiologiques pour les carcasses dans ces établissements qui revêtent une importance majeure dans la chaîne alimentaire [83, 180].

La qualité de la viande est perçue par le consommateur, probablement par sa tendreté et sa couleur car ils sont les plus variables et les plus importants [181]. En Algérie, la qualité des carcasses est appréciée au niveau des abattoirs par un jugement visuel, alors que la contamination bactérienne est inapparente et indécélable lors de la simple inspection *ante* et *post mortem*. L'abattoir est le point critique majeur dans la chaîne alimentaire; le dépôt des germes sur les masses musculaires nouvellement mises à nu est difficilement évitable [79]. L'opération

d'abattage est considérée comme l'étape où les plus grandes opportunités de contamination existent (80 à 90% de la microflore des viandes parvenant aux consommateurs résultent de contaminations survenant à l'abattoir) [182]; les cuirs et les viscères des animaux représentent 70% des sources de contamination [79]. La qualité hygiénique des viandes dépend, d'une part de la contamination pendant les opérations d'abattage et de la découpe, et d'autre part du développement et de la croissance des flores contaminantes pendant le refroidissement, le stockage et la distribution [157].

Les travaux visant l'évaluation des carcasses bovines au niveau des abattoirs présentent une grande diversité des bactéries recherchées, souvent, les flores recherchées sont : les germes aérobies totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes thermo-tolérants, les Entérobactéries, *E.coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas*, *Yersinia enterocolitica* et *Campylobacter*.

L'objectif de la présente étude consiste à l'appréciation de la qualité bactériologique des carcasses bovines fraîchement abattues à l'abattoir de Blida. Pour cela, nous avons procédé selon une méthodologie non destructive à l'évaluation de la qualité bactériologique des carcasses par la recherche des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tolérants, d'*Escherichia coli* et des Salmonelles.

## **CHAPITRE 1**

### **PANORAMA GENERAL DES VIANDES**

La viande est la seule nourriture que nous trouvons sous toutes les latitudes et en toute saison. Sa consommation, insérée dans un système complexe d'attirances et de répulsions, d'obligations et d'interdictions, de plaisirs et de peurs, caractérise plus que pour tout autre aliment les différents groupes humains ainsi que leurs comportements.

#### 1.1. La viande dans le spectre socio-culturel et socio-alimentaire :

L'homme fut d'abord un chasseur-cueilleur. Il a apprivoisé les animaux et a vécu en leur compagnie à l'état sauvage, les a domestiqué, et a fondé ensuite l'élevage [1]. Après avoir été chassé ou sacrifié; les animaux, devenus sources de vie, rentrent dans la vie des hommes, nourrissent les mythes et participent aux origines et à la compréhension du monde. Les règles souvent complexes, les rites et les pratiques régnant dans ces sociétés de chasseurs tendent à assurer une distribution relativement équitable de la viande concrétisant une certaine règle sociale autour de la viande ; il y a du désir et de l'interdit mais aussi de l'imaginaire, du mythe [2 ; 3].

Dans l'alimentation humaine, la viande a toujours constitué une composante importante tant sur le plan nutritionnel que symbolique. Il y a déjà 10 000 ans, les aliments d'origine animale constituaient près de 80% de l'apport énergétique de la nourriture de l'homme. Pendant une très longue période, la consommation de viande est restée limitée et le privilège d'une élite sociale. Peu à peu, la viande a occupé et a joué un rôle déterminant dans la vie des peuples, imprégnée de croyances et confortant toute une série de manifestations, a marqué son passage et son utilisation au sein des différentes sociétés tout au long de l'histoire et est parvenu même à disposer d'une image au delà des simples questions alimentaires et nutritionnelles [4].

Dans la plupart des sociétés humaines, la viande est un aliment à la fois adoré et abhorré. Très largement anobli dans nos cultures et habituellement présentée au centre de l'assiette, elle est adorée parce qu'elle est très souvent l'aliment le plus recherché, et abhorré, en ce sens que les tabous alimentaires les plus importants portent sur des substances carnées, ou tout au moins animales, et non sur des végétaux [5]. S'il en est ainsi, c'est sans doute que, pour manger de la viande, il faut tuer et pour assumer cet acte, il faut en somme donner un sens à la mort de l'animal. Ainsi, Les jaïns sont tous strictement végétariens par respect pour le premier credo de leur foi: l'*ahimsa* (non-violence). Dans la Grèce antique, les membres de la secte des Pythagoriciens, végétariens, renoncent du même coup à s'asseoir à la table du banquet sacrificiel où sont invités les citoyens à raison de leur rang dans la Cité. Ils se trouvent donc *de facto* dans une position de contestataires [2].

La consommation de viande est soumise à un certain nombre de tabous et interdits culturels et religieux. Certaines religions édictent des règles strictes concernant la consommation de la viande. Ainsi la consommation du porc est prohibée dans l'islam et le judaïsme. Des règles d'abattage existent pour ces deux religions, halal pour les musulmans et *casher*. Dans l'hindouisme tous les animaux sont sacrés, et dans le panthéon des animaux sacrés, la vache dépasse d'une bonne tête tous les autres. Dénommée *Gau Mata*, la *Mère Vache*, ce gentil bovin occupe une niche spéciale dans la psyché indienne. En Inde on s'abstient donc d'en consommer, même si en règle générale la plupart des indiens sont végétariens. L'hippophagie a été interdite par l'Église catholique pendant des siècles et aujourd'hui encore, la consommation de viande de cheval est controversée [1].

Du point de vue alimentaire, la viande revêt une importance plus large dans certaines régions où les pénuries alimentaires d'origine végétale sont assez récurrentes. Elle devient dans de nombreux cas l'un des principaux axes de l'alimentation de certains peuples, tels que les chasseurs des forêts tropicales, les populations esquimaudes ou celles à forte tradition pastorale dans des régions africaines, asiatiques ou américaines.

Nutritionnellement parlant, les viandes et leurs produits dérivés appartiennent à l'un des sept groupes alimentaires qui constituent la pyramide alimentaire. Les viandes, notamment les rouges, sont reconnues pour leur valeur énergétique, pour leur richesse en protéines, en fer aisément assimilable et pour leur apport de certains oligo-éléments et vitamines, peu abondants dans d'autres aliments [1].

Les protéines d'origine animale sont de haute valeur biologique et digestibilité car elles fournissent un bon équilibre en acides aminés dont huit sont dits indispensables, déficitairement disponibles et de moindre qualité dans les aliments d'origine végétale. Elles apportent également des oligo-éléments (fer, zinc, sélénium) et des vitamines essentielles (entre autres, vitamine B12 et B3, vitamine PP) peu abondantes ou de moindre qualité du côté végétal.

Les croyances de méfiance développée vis-à-vis des viandes rouges face aux problèmes de santé sont en partie trompeuses. Elles sont souvent dues à une défailante gestion de l'alimentation quotidienne. En tenant compte de certaines réalités, les nutritionnistes soulignent l'importance de la viande en raison de la qualité et de l'importance de leurs apports favorisant ainsi un équilibre alimentaire scientifiquement correct. Contrairement à une idée reçue, bien que les viandes rouges apportent des matières grasses, elles ne peuvent pas être considérées comme grasses (en particulier la viande de boeuf) car l'apport en graisses varie selon les morceaux issus de la découpe de la viande et un bon nombre d'entre elles ont moins de 10% de lipides et d'autres sont au-dessous de 5% [5].

La pyramide alimentaire est un jeu de parts et de portions recommandées. Cette image n'est pas figée, et afin d'atteindre un bon équilibre nutritionnel Il ne s'agit pas de trop manger ni de s'abstenir à consommer de la viande, mais il s'agit de s'offrir une alimentation variée et diversifiée car l'alimentation saine et équilibrée réside dans la façon dont on organise la prise alimentaire. Tout comme les autres aliments, les viandes (la viande bovine) participent à cet équilibre et fournissent à notre organisme, sous une forme harmonieuse, les constituants fondamentaux indispensables à notre santé [5].

## 1.2. Les viandes dans le monde :

### 1.2.1. La production mondiale des viandes :

La production mondiale des viandes, toutes viandes confondues, est égale à 260,098 millions de tonnes d'équivalent carcasse (Mtec) en 2004. Elle a augmenté au taux annuel de 3,6 % sur les deux décennies 1980-2000. La production mondiale des viandes bovines, veaux et gros bovins, était de 57,7 (Mtec) en 2002 [6].

### 1.2.2. La consommation mondiale des viandes:

La consommation mondiale de viandes bovines n'a pratiquement pas changée, étant de 9,25 Kg / personne / an en 1961, elle a connue une légère hausse et a atteint 11 Kg / personne / an en 1975, pour rechuter au niveau habituel en 2001 (9,55 Kg / personne / an) [6].

Tableau 1.1: Consommation totale mondiale des viandes en Kg/personne /an [6].

Année	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001
Bovin	9,25	9,9	10,7	11	10,5	10,3	10,5	9,95	9,85	9,55
Ovin/Caprin	1,95	1,9	1,9	1,79	1,77	1,85	1,9	1,9	1,9	1,9
Volaille	2,86	3,33	4,0	4,7	5,9	6,25	7,85	9,2	11,17	11,3
Porcin	8,0	9,2	9,6	10,2	11,86	12,5	13,35	13,85	14,7	14,9
Autres viandes	1	0,9	0,86	0,86	0,85	0,7	0,67	0,57	0,75	0,77
Total	23,06	25,23	27,06	28,55	30,88	31,6	34,27	35,47	38,37	38,42

La consommation mondiale de la viande ovine et caprine n'a également pas changé et n'a pas excédé 2 Kg / personne / an pendant les quatre dernières décennies (1961-2001). En contre partie, la consommation de la viande de volaille a fortement évolué ; elle est passée de 2,86 Kg / personne / an en 1961 à 11,3 Kg / personne / an en 2001. Egalement, la consommation de la viande porcine a pratiquement doublée ; de 8Kg / personne / an en 1961, elle a atteint 14,9 Kg / personne / an en 2001.

### 1.3. La filière Algérienne des viandes rouges :

La filière Algérienne des viandes rouges est dominée par la viande ovine. Elle repose sur des élevages ovins et bovins alors que les élevages camelins et caprins restent marginaux. Ces élevages s'articulent sur un marché interne fort rémunérateur du fait d'une demande à un niveau relativement élevé et de la faible élasticité de l'offre interne (faiblesse de la production). Le marché intérieur, libre et isolé du marché mondial permet aux prix d'atteindre des niveaux excessivement élevés et autorise la constitution de rente à tous les niveaux de la filière. Le niveau élevé des prix sur les marchés intérieurs traduit la synergie qui s'établit entre plusieurs facteurs [7] :

- Un marché interne libre, immergé dans les structures de l'économie informelle.
- Une forte demande générée par les catégories sociales à revenu élevé et spécificités du marché Algérien (Sacrifices rituels de l'Aïd El Adha).
- Une faible élasticité de la production locale découlant de la faible productivité zootechnique des élevages ovins et bovins.

### 1.4. La production Algérienne des viandes :

L'Algérie n'occupe que la 52<sup>ème</sup> place parmi 156 pays producteurs de viandes à travers le monde. Sa production qui ne représentait que 0,14% de la production mondiale en 1979-1981, a pratiquement doublé en une décennie (0,24% en 1989-1991) pour se stabiliser à 0,22% en 2003-2004. Elle est en croissance permanente (Cf. tableau 1.2). Elle est passée de 185 000 tonnes (décennie 1979-1981) à 546 000 tonnes (décennie 1991-2001) avec un taux de croissance de 25%. La production des années 2003 et 2004 est de 563 000 tonnes et 581 000 tonnes, respectivement [6].

Tableau 1.2 : Production Algérienne des viandes [6].

Année	Production (1000 tonnes)	Taux de croissance (%)
79-81	185	-
89-91	436	135
99-01	546	25
2003	564	3
2004	581	3

La production Algérienne des viandes bovines est pratiquement stable (Cf. tableau 1.3). Elle a varié entre 3,39 et 3,88 (Kg / personne / an) depuis l'année 1990, avec une légère hausse en 2000 atteignant 4,34 Kg / personne / an pour rechuter au niveau de production habituel de 3,39 Kg / personne / an en 2001 et 3,82 Kg / personne / an en 2005.

Tableau 1.3 : Production Algérienne de viande bovine [6].

Année	Production (Kg / personne / an)
90-99	3,58
2000	4,34
01-03	3,62
2004	3,86
2005	3,82

### 1.5. La consommation Algérienne des viandes :

Pendant l'année 2006, la consommation de viande rouge en Algérie a été de 18,1 kg / personne / an [8]. Le niveau de consommation qui était aux alentours de 10 kg / personne / an dans les années 1970 et 1980, a pratiquement doublé pour se stabiliser pendant 1990-2006 [6]. Ce niveau de consommation est faible par rapport à nos voisins tunisiens (19,5 kg / personne / an) et nos voisins marocains (25,5 kg / personne / an) et reste faible par rapport à celui de la communauté européenne qui est de 110 kg / personne / an. Celle de la viande bovine reste faible (Cf. tableau 1.4), Parmi les 18,1 Kg de viandes rouges consommés en 2006, la viande bovine n'a représentée que 5,64 Kg, le reste étant

essentiellement des viandes ovines sans négliger celles des viandes caprines et des autres viandes [8].

Tableau 1.4 : Consommation Algérienne de viande bovine [6].

Année	Viande bovine (Kg)	Taux de croissance (%)
90-00	4,08	-
01-03	4,13	1
04-05	5,34	29
2006	5,64	5

#### 1.6. Les importations Algériennes de viande bovine :

Malgré la production croissante des viandes, l'Algérie est loin de l'autosuffisance et continue à importer des viandes bovines (Cf. tableau 1.5) [6]. Pendant l'année 2006 seulement, notre pays a importé 55,59 millions de tonnes de viande bovine désossées, ce qui a coûté 9686,49 millions de dinars Algériens (133,23 millions de dollars). Ces importations de viandes bovines ont représenté 0,62% de l'ensemble des importations du pays [9].

Tableau 1.5 : Les importations Algérienne de viande bovine désossée [6].

Année	Viande bovine (Kg)	Coût en million US
2002	15,2	30,3
2003	38,1	81,5
2004	71,7	142,1
2006	55,59	133,23

## CHAPITRE 2

### LE MUSCLE

La viande est avant tout le résultat de la transformation *post mortem* du muscle. Il existe plusieurs types de muscles ayant des fonctions différentes. Ainsi, on distingue les muscles striés des muscles lisses dont l'organisation ultrastructurale est assez différente [10]. Les muscles striés se subdivisent eux-mêmes en muscle squelettique et muscle cardiaque. Dans cet exposé, seules les caractéristiques du muscle squelettique seront abordées.

#### 2.1. Le muscle squelettique :

Le muscle squelettique est quantitativement le muscle le plus important de l'organisme. La carcasse bovine comprend 105 muscles différents qui forment la chair. Ce tissu musculaire représente jusqu'à 60% du poids de la carcasse. Le muscle est situé à l'interface entre le système nerveux sensori-moteur et l'appareil ostéo-articulaire. C'est à son niveau que de l'énergie chimique potentielle est transformée en énergie mécanique. Le muscle joue donc le rôle d'un moteur, qui, sous l'effet d'un signal de commande, génère une force permettant de mobiliser les pièces osseuses sur lesquelles il s'attache [11].

#### 2.1.1. La composition du muscle squelettique :

Alors que la composition chimique des viandes est très variable, celle des muscles est assez constante. Pour l'ensemble des mammifères, la composition et la structure des muscles squelettiques sont sensiblement identiques. Le muscle squelettique est majoritairement composé d'eau et de protéines, les teneurs en lipides et en glucides étant faibles [12, 13].

Les principaux constituants du muscle de mammifère répertoriés par Lawrie [14] sont présentés dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Constituants du muscle squelettique de mammifère [14].

Constituants	Quantité
Eau	• 75 %
Protéines	• 19% composé par : ✓ 11,5% de protéines myofibrillaires, ✓ 5,5% de protéines sarcoplasmiques ✓ 2 % de collagène
Lipides	2,5 %
Substances non protéiques solubles	• 2,3% composé par : ✓ 1,65% de substances azotées ✓ 0,65% de d'autres substances (minéraux : phosphates solubles, potassium, sodium, magnésium, calcium, zinc, traces de métaux)
Glucides	• 1,2 %
Vitamines	traces

### 2.1.2. Structure du muscle squelettique :

Le muscle strié est constitué de faisceaux de fibres musculaires, fixées sur les os par des tendons et entourées d'une trame de tissu conjonctif (Cf. figure 2.1). Le tissu conjonctif est une trame qui joue un rôle de nutrition pour le muscle. Il est constitué de quatre éléments principaux :

- le collagène (80% du tissu conjonctif) ;
  - l'élastine ;
  - les fibroblastes (cellules qui synthétisent le collagène et l'élastine) ;
  - la substance fondamentale qui est riche en mucopolysaccharides et qui contient des ramifications vasculaires et nerveuses ainsi que des cellules adipeuses. Ces amas graisseux sont répartis de manière harmonieuse et
- |   |           |
|---|-----------|
| } | protéines |
| } | fibreuses |

diffuse ce qui permet la formation « persillé » ou du moelleux de la viande [15].

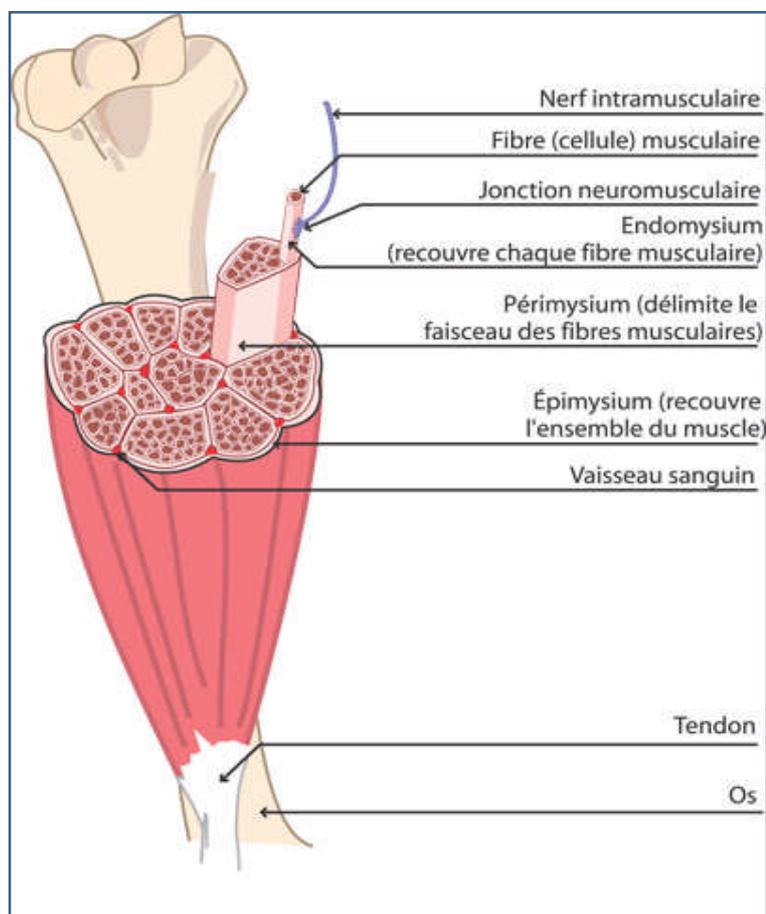


Figure 2.1 : Structure du muscle squelettique [16].

Le collagène, principale protéine constituant ce tissu, représente selon le muscle, 2 à 15 % de la matière sèche. La trame collagénique est localisée à trois niveaux : l'épimysium qui constitue l'enveloppe conjonctive externe du muscle, le péricmysium qui entoure chacun des faisceaux de fibres musculaires et les relie entre eux et l'endomysium qui est une mince couche de la matrice extra-cellulaire entourant le sarcolemme de chaque fibre musculaire [17].

Le tissu conjonctif visible à l'œil nu définit le « grain » de la viande c'est-à-dire la quantité de fibres musculaires par rapport à celle du tissu conjonctif. Par conséquent, moins il y a du tissu conjonctif, plus les fibres sont courtes et meilleure est la viande. Une viande dite à « grain fin » est lisse et onctueuse, elle a plus de fibres musculaires que de tissu conjonctif. On retrouve ce type de grain

chez les animaux à forte musculature, la qualité de leur viande est, par conséquent, supérieure [18, 19].

L'activité normale d'un muscle est, entre autres, tributaire de sa vascularisation. La vascularisation apporte les éléments nécessaires au bon fonctionnement du muscle et évacue les déchets qui en sont issus. Chaque muscle reçoit du sang par une ou plusieurs artères (Cf. figure 2.2). Une artère se ramifie librement jusqu'au périmysium, et de là, part un réseau touffu de capillaires qui traversent l'endomysium et irriguent toutes les fibres musculaires [20].

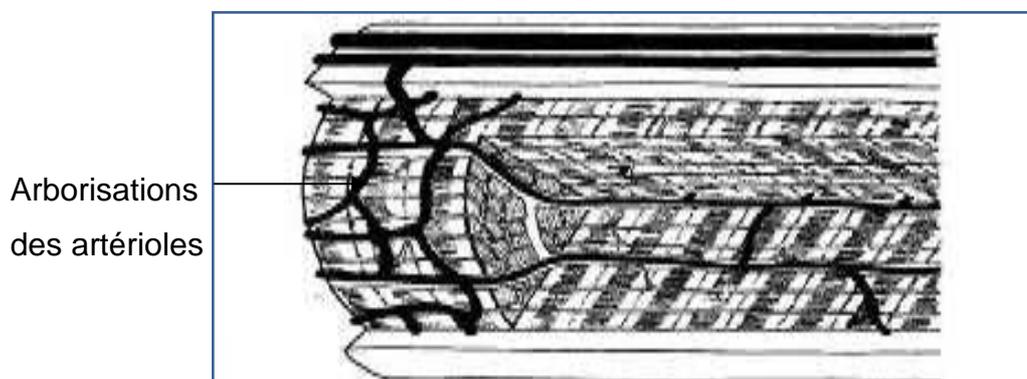


Figure 2.2 : Distribution des éléments vasculaires à l'intérieur du muscle [20].

Chaque fibre musculaire squelettique possède une innervation unique par l'intermédiaire d'une fibre nerveuse motrice qui pénètre dans son sarcolemme où elle se ramifie en terminaisons de formes irrégulières, incluses dans une substance granuleuse qui représente les restes d'un protoplasme musculaire indifférencié. Cet assemblage de la fibre nerveuse et de la substance granuleuse constitue la plaque motrice par laquelle un stimulus issu du nerf moteur provoque la contraction musculaire [10].

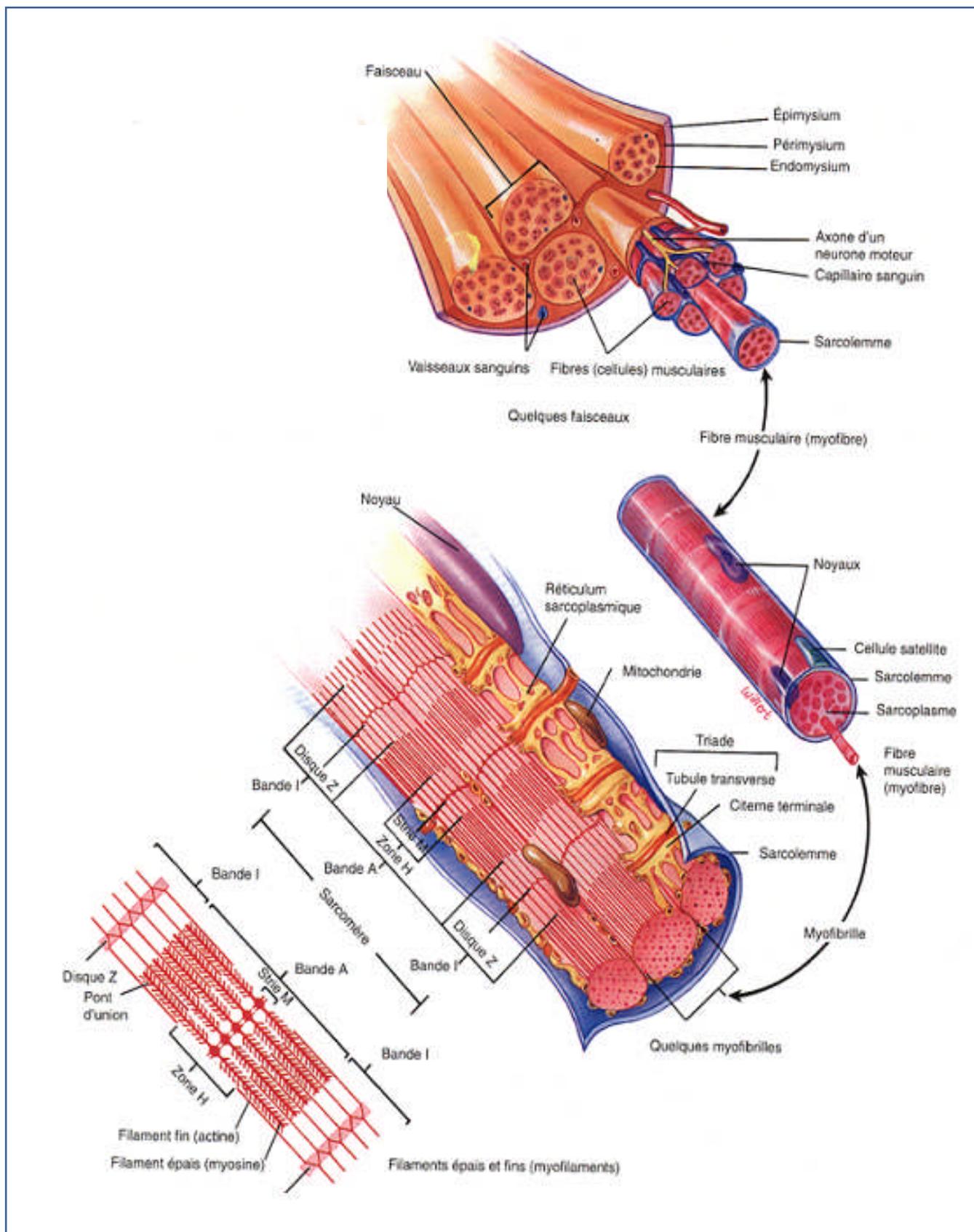


Figure 2.3 : Anatomie du muscle squelettique au niveau macroscopique et microscopique [10].

### 2.1.2.1. Structure des myofilaments :

La myofibrille est constituée par une répétition d'unités histologiques et fonctionnelles identiques : les sarcomères (de 3 à 5  $\mu\text{m}$  de long dans le muscle au repos), ils sont limités par les disques Z dans lesquels sont ancrés les filaments fins d'actine, maintenus parallèlement les uns aux autres par des protéines associées. Ils sont les éléments essentiels des bandes claires I. Les bandes sombres H correspondent à des filaments épais : polymères de myosine II [21]. Dans les parties externes de la bande A, particulièrement foncées, les filaments épais et les filaments fins se juxtaposent [22].

#### 2.1.2.1.1. Les filaments épais de myosine :

La myosine est sur le plan quantitatif la protéine la plus importante des myofibrilles (Cf. figure 2.4). C'est un hexamère composé de deux chaînes lourdes identiques et quatre chaînes légères [22]. Chacune des deux chaînes lourdes commence à l'extrémité  $\text{NH}_2$ -terminale par une tête globulaire qui se poursuit par une queue d'environ 150 nm de long et dans laquelle les deux chaînes s'enroulent l'une autour de l'autre [11]. Les quatre petites sous unités sont localisées dans la région de la tête. La myosine est disposée sous forme d'un faisceau de plusieurs centaines de molécules, arrangées en échelons successifs pour constituer les filaments épais de myosine [21].

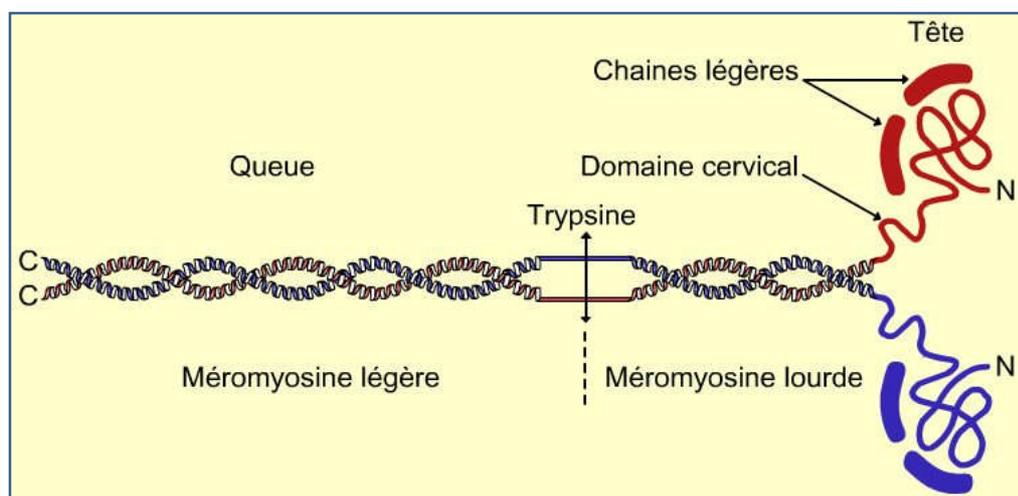


Figure 2.4 : Structure de la molécule de myosine II [23].

### 2.1.2.1.2. Les filaments fins d'actine :

L'actine est le composant le plus important des filaments fins et représente environ 20 % à 25 % des protéines du muscle (Cf. figure 2.5). L'actine F est également un composant important du cytosquelette. Ce polymère filiforme est en équilibre avec son monomère l'actine G [10, 22].

Parmi les autres composants du muscle, la tropomyosine s'étend sous forme d'un dimère allongé le long de l'actine F et relie les unes aux autres sept unités d'actine environ. A l'extrémité de la tropomyosine est fixée la troponine, un hétérotrimère. Il existe encore une série d'autres protéines caractéristiques du muscle, présentes en concentrations plus faibles, et parmi elles l' $\alpha$ - et la  $\beta$ -actinine, la desmine et la vimentine [24].

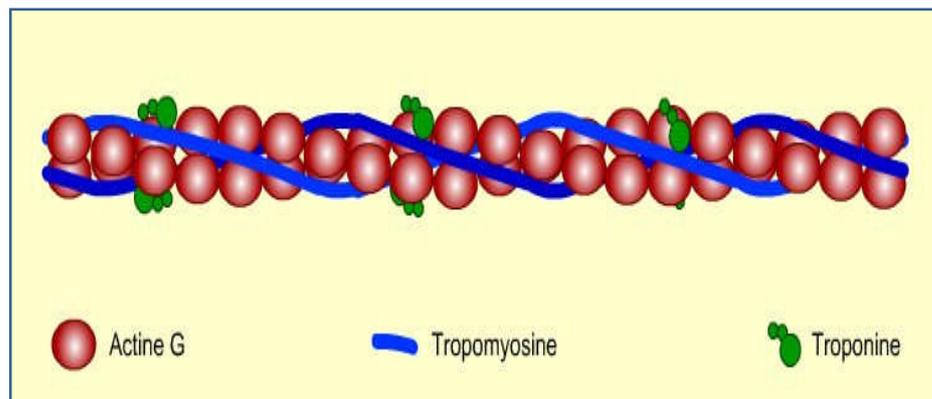


Figure 2.5 : Structure d'un filament fin d'actine [23].

### 2.1.2.1.3. Les phénomènes moléculaires de la contraction musculaire :

La contraction de la myofibrille striée répond à la modification des liaisons unissant les filaments d'actine et de myosine. Il en résulte une progression des filaments d'actine entre les filaments de myosine, entraînant un raccourcissement du sarcomère, donc de la myofibrille, donc du muscle. La modification structurale des liens unissant myosine et actine est associée à une hydrolyse de l'ATP musculaire, réaction étroitement dépendante de la présence d'ions  $\text{Ca}^{+2}$ . Plus le sarcomère est contracté, plus le disque H et les demi-disques I raccourcissent, alors que le disque A ne se modifie pas. Si le muscle est étiré, les conséquences sont inverses : le disque H et les demi-disques I deviennent plus larges et le

disque A reste toujours identique (Cf. figure 2.3). La dépolarisation de la membrane plasmique du myocyte se propage le long des membranes du système T, puis est transférée au réticulum sarcoplasmique ; la dépolarisation de la membrane du réticulum sarcoplasmique permet au  $\text{Ca}^{+2}$  qui était contenu à une concentration élevée dans les citernes du réticulum sarcoplasmique d'en sortir par des canaux  $\text{Ca}^{+2}$  transmembranaires et de se retrouver ainsi dans le cytosol ; en se fixant sur la troponine C, le  $\text{Ca}^{+2}$  entraîne la rupture de la liaison troponine I-actine, ce qui permet un léger déplacement de la molécule de tropomyosine, dégageant ainsi les sites de liaison myosine-actine qui étaient bloqués par la tropomyosine, et entraînant un contact actine-myosine ; ce contact actine-myosine déclenche l'activation de l'ATPase de la myosine qui catalyse l'hydrolyse de l'ATP, ce qui entraîne la fixation de l'actine sur la myosine, ainsi que le changement de conformation de la tête de myosine. Ce dernier étant responsable du déplacement du filament d'actine et donc de la contraction de la myofibrille.

#### 2.1.2.1.4. Les fibres musculaires:

L'unité de base du tissu musculaire est la fibre musculaire, cellule plurinucléée de plusieurs centimètres de long et de 0,01 à 0,1 mm de diamètre (Cf. figure 3). Outre un squelette cellulaire, cette cellule contient un appareil contractile fait de filaments protéiques disposés parallèlement à l'axe de la cellule [24].

Chaque fibre musculaire est composée de faisceaux de myofibrilles d'une épaisseur de 1 à 2  $\mu\text{m}$  qui sont placées dans une solution concentrée de protéines : le sarcoplasme, et entourées d'une enveloppe membraneuse appelée sarcolemme. Répandu dans la cellule et entre les faisceaux de myofibrilles se trouve le réticulum sarcoplasmique, réseau canaliculaire, conducteur de liquides [10, 20, 22].

On trouve à l'intérieur du sarcoplasme d'autres structures et quelques inclusions importantes. Les mitochondries sont situées entre les myofibrilles, tout d'abord dans la zone de la bande I : ce sont de petits organites qui renferment des enzymes essentiels pour l'utilisation de l'oxygène en fournissant de l'énergie pour

la contraction musculaire. On trouve, disséminés dans le sarcoplasme, des granules de glycogène musculaire qui constituent des réserves de glucides. On voit souvent de petites gouttelettes de graisse au contact des mitochondries [20].

#### 2.1.2.1.5. Classification des fibres musculaires :

Les fibres musculaires diffèrent par leurs propriétés morphologiques, biochimiques et physiologiques [25]. La révélation de l'activité ATPasique de la myosine [26], ou l'utilisation d'anticorps spécifiques des différentes isoformes de chaînes lourdes de myosine (MyHC) [27], qui révèlent uniquement les propriétés contractiles, permettent de distinguer trois types de fibres : I, IIA et IIX [28].

Les fibres oxydatives (de type I) sont très riches en myoglobine (d'où leur coloration rouge) et en enzymes oxydatives. Elles contiennent de nombreuses mitochondries, où sont concentrées les enzymes intervenant dans le cycle de Krebs et sont riches en substrats du métabolisme aérobie (sucres, lipides). Ce sont des fibres à contractions lentes.

Les fibres oxydo-glycolytiques (de type IIA) contiennent également beaucoup de myoglobine, de mitochondries et de capillaires mais, elles possèdent une coloration intermédiaire (fibres intermédiaires). Les fibres glycolytiques (de type IIX) quant à elles sont moins riches en myoglobine (donc de couleur blanche) et en enzymes oxydatives. Elles ont une haute teneur en glycogène et possèdent le plus grand diamètre. Les fibres de type II sont des fibres à vitesse de contraction rapide.

Les fibres IIX ont longtemps été classées en IIB car les techniques ne permettaient pas la distinction de ces deux types. Il semblerait que le bovin ne possède pas de fibres de type IIB, ce qui n'est pas surprenant puisque ce type de fibre présente un métabolisme purement glycolytique, sollicité pour des mouvements très rapides que ne réalisent pas les bovins. Tanabe *et al* [29] n'ont d'ailleurs détecté que les formes IIA et IIX des chaînes lourdes de myosine. Les fibres de type IIB n'existent en fait que chez certains animaux (rongeurs).

## 2.2. Evolution des caractéristiques des fibres musculaires chez les bovins :

L'ensemble des données concernant l'évolution des caractéristiques musculaires des bovins après la naissance, montre une évolution en deux phases. Chez des taurillons, une première phase, de la naissance jusqu' à l'âge de la puberté, est marquée par une forte croissance musculaire [30]. Au cours de cette phase, la proportion de fibres rapides glycolytiques (IIB) augmente, alors que le pourcentage de fibres rapides oxydoglycolytiques (IIA) diminue [31]. Par la suite, la croissance musculaire ralentit et l'évolution inverse des caractéristiques des fibres est observée. Ainsi, après 12 mois, ce qui correspond à la puberté, la proportion de fibres IIA augmente alors que celle de IIB diminue. La taille des fibres évolue également en deux temps, jusqu' à 12 mois c'est l'augmentation de la taille des fibres de IIB qui est la plus intense, alors qu'après 12 mois, l'augmentation de taille est plus marquée pour les fibres I (lentes oxydatives) et IIA. L'ensemble de ces données illustre la grande plasticité des propriétés des fibres musculaires qui peuvent être modifiées sous l'influence de différents facteurs d'élevage, en particulier les modifications du niveau alimentaire [31].

## CHAPITRE 3

### DE L'ANIMAL VIVANT A LA VIANDE

En général, les animaux arrivent à l'abattoir le matin et restent en stabulation une nuit avant d'être abattus. Ils sont soumis à une diète hydrique de manière à limiter la production de matières fécales, souvent très volumineuses, qui peuvent être responsables de contaminations *post mortem* [18].

#### 3.1. Activités de l'abattoir :

L'abattoir constitue un lieu décisif pour la sécurité sanitaire des aliments. Les agents des services vétérinaires exercent en permanence et veillent aux côtés du personnel de l'abattoir au contrôle sanitaire des denrées produites [32].

##### 3.1.1. L'abattage :

Il se caractérise par les étapes suivantes qui sont toutes effectuées dans le respect des prescriptions d'hygiène et de façon à éviter toute contamination de la viande [18] :

- L'inspection *ante mortem* et l'amenée au poste d'abattage.
- La saignée.
- Le dépouillement.
- L'éviscération.
- La fente.

##### 3.1.2. L'inspection *ante mortem* et l'amenée au poste d'abattage :

Pour éviter toute contamination de la chaîne d'abattage, une inspection sanitaire avant le début de l'abattage est nécessaire en contrôlant l'hygiène

générale des animaux, qui doit être irréprochables, et leurs états de santé en précisant les points suivants [32, 33, 34] :

- Si des animaux sont atteints d'une maladie transmissible à l'homme et aux animaux ou s'ils présentent des symptômes permettant de craindre l'apparition d'une telle maladie.
- S'ils présentent des symptômes d'une maladie ou d'une perturbation de l'état général susceptible de rendre les viandes impropres à la consommation humaine.
- S'ils sont fatigués ou blessés.

Les conditions d'un bon approvisionnement d'un poste d'abattage, quelque soit l'espèce, sont les suivantes [19] :

- ✓ Minimum de stress pour les animaux.
- ✓ Cadence en rapport avec la chaîne d'abattage.
- ✓ Sécurité pour le personnel.

### 3.1.3. La saignée :

La saignée se fait dans le secteur souillé où les animaux introduits sont immédiatement couchés sur le sol et égorgés selon la coutume musulmane [35].



Figure 3.1 : La saignée (Photo originale).

#### 3.1.4. Le dépouillement :

Il se pratique en général avant l'éviscération et dans le même local que la saignée. Cette opération qui consiste à enlever la peau des animaux est particulièrement très délicate chez les bovins car le cuir est plus ou moins adhérent à la carcasse selon le sens dans lequel on tire pour l'enlever. Par conséquent, l'animal abattu est soulevé à l'aide des crochets d'un treuil placés sur les membres postérieurs permettant un dépouillement automatique contrôlé par des professionnels qualifiés [19].

La section de la tête et des membres de l'animal abattu se déroule au même temps que le dépouillement, qui occasionne l'obtention des cuirs qui doivent être acheminés vers un local de stockage spécifique [33].



Figure 3.2 : Le dépouillement (photo originale).

#### 3.1.5. L'éviscération :

Cette opération se déroule dans le secteur souillé, elle consiste à enlever tous les viscères thoraciques et abdominaux de l'animal à l'exception des reins qui restent dans la carcasse [35].

Des mesures d'hygiène s'imposent pendant ce travail particulièrement risqué au plan de la contamination de la carcasse [19] :

- Un délai maximum d'éviscération de 30 minutes après la saignée doit être respecté.
- Les membres doivent être sectionnés au préalable.
- La ligature du rectum doit éviter la pollution de la carcasse par des fèces.
- Les organes génito-urinaires ne doivent pas être séparés de la masse des viscères.

Les viscères doivent être recueillis directement dans des récipients ou dispositifs prévus à cet effet. Leur ouverture ne peut être réalisée que dans les locaux prévus à cet effet [35].



Figure 3.3 : L'éviscération (photo originale).

#### 3.1.6. La fente :

Cette étape s'effectue dans le secteur propre. Il s'agit de partager longitudinalement la carcasse en deux parties symétriques par division de la colonne vertébrale à l'aide d'une scie électrique ou manuelle [35].



Figure 3.4 : Fente des carcasses (photo originale).

### 3.1.7. L'inspection *post mortem* :

L'inspection *post mortem* devrait être effectuée aussi rapidement que possible après l'abattage des animaux. Elle comporte l'examen visuel de la carcasse, la palpation et les incisions de certains organes (poumons, foie, rate, langue, organes lymphatiques...) et la recherche d'anomalie de consistance, de couleur, et d'odeur [32, 33].

Les carcasses pour lesquelles subsiste un doute sur la salubrité sont consignées en chambre froide en vue d'examens complémentaires [19]. Dans ce cas, des examens de laboratoire sont effectués pour le dépistage des maladies contagieuses du bétail afin de protéger la santé animale et par conséquent la santé humaine [36].

### 3.1.8. La pesée :

Avant estampillage, les carcasses bovines vont être exposées individuellement en vue de la pesée où ses pièces sont mises sur la balance en deux moitiés ou en quatre quartiers [36].

### 3.1.9. L'estampillage :

Conformément à l'arrêté du journal officiel N° 65 du 30 octobre 1996 fixant les caractéristiques et modalités d'apposition des estampilles des viandes de boucherie, les carcasses bovines reconnues salubres par le vétérinaire inspecteur sont estampillées pour chaque demi carcasse longitudinalement depuis l'épaule jusqu'à la cuisse, et horizontalement sur l'épaule et la cuisse. Cet estampillage est effectué à l'aide d'une roulette par apposition directe d'encre violette sur les viandes. Ces carcasses aptes à la consommation humaine vont être acheminées directement vers les salles de ressuyage.



Figure 3.5 : Estampillage des carcasses (photo originale).

### 3.1.10. Le ressuyage :

Le ressuyage est une phase de refroidissement de la carcasse. Il se fait dans des salles adaptées tenant compte de l'arrivée des carcasses en continu. Dans ces salles, la ventilation froide améliore les échanges thermiques et favorise l'élimination de la vapeur d'eau afin d'acquies la transformation du muscle en viande de bonne qualité alimentaire [19].



Figure 3.6 : Le refroidissement (photo originale).

### 3.2. La transformation du muscle en viande :

Après l'abattage de l'animal, la carcasse subit des modifications contribuant en particulier à son attendrissement qui est une des qualités les plus importantes et les plus recherchées par les consommateurs. Le taux d'attendrissement varie entre les différentes espèces de mammifères avec 80% d'attendrissement réalisé en environ cinq jours après la mort de l'animal pour le porc et en au moins deux semaines pour le boeuf à une température réfrigérée. D'autres espèces comme le lapin ou l'agneau requièrent des temps de stockage intermédiaires. De plus, pour la volaille et plus particulièrement le poulet, l'attendrissement est très rapide, totalement accompli en 48 heures.

#### 3.2.1. Les différentes phases de transformation :

Au cours de la maturation à l'état réfrigéré, lorsque le muscle est transformé en viande, le muscle est soumis à une transformation partagée en trois phases.

##### 3.2.1.1. Première phase :

La première phase dite « pantelante » concerne les trois premières heures après l'abattage. Elle se caractérise par un muscle « vivant » et flasque. La

tendreté du muscle à cet instant est équivalente à celle du muscle après une maturation d'une quinzaine de jours [18].

#### 3.2.1.2. Deuxième phase :

La phase de rigidité cadavérique ou *rigor mortis* s'installe ensuite progressivement (pendant 24 heures dans le cas de la viande bovine). Elle se caractérise par des muscles plus durs. Les muscles deviennent alors inextensibles et les axes osseux sont difficiles à déplacer. La graisse se solidifie et contribue également à augmenter la fermeté de la viande. L'installation de la rigidité cadavérique se fait toujours dans le même ordre. Elle commence par la tête, le cou, les membres antérieurs, la région dorsale pour finir enfin par les membres postérieurs. Au cours de cette phase, le tissu musculaire va connaître une acidification. En effet, la circulation sanguine étant stoppée, l'oxygène n'arrive plus dans les muscles qui passent donc rapidement en anaérobiose. Les dernières réserves énergétiques de glycogène sont épuisées et transformées en acide lactique. Cet acide, du fait de l'arrêt de la circulation sanguine, n'est pas éliminé du muscle, il s'accumule et contribue à l'abaissement du pH. Plus le pH du muscle diminue, plus le muscle devient dur. Au bout de 24 heures, le muscle atteint son maximum de dureté, le pH est alors stable et proche de 5,4 [24].

#### 3.2.1.3. Troisième phase :

La phase de maturation conduit enfin à un attendrissement du muscle. Lors de cette phase dont la durée peut atteindre plusieurs jours (10 jours environ pour la viande de boeuf) [37], la dureté du muscle est réduite de 80%. Après la phase de *rigor mortis*, la viande commence à s'attendrir sous l'effet de la maturation. La maturation n'est à relier en aucun cas avec un phénomène bactériologique, il s'agit d'un phénomène naturel, qui résulte du relâchement des liens entre les fibres musculaires, liens établis lors de la *rigor mortis*. Ce relâchement se fait grâce à l'action de diverses enzymes (endoprotéases) capables de dégrader les protéines du muscle. La dégradation de ces protéines conduit au relâchement des myofibrilles, qui serait responsable de l'attendrissement de la texture. Des

réactions chimiques se produisent également au niveau des lipides. Sous l'action de lipases, les lipides se transforment et développent une odeur et une saveur caractéristique d'une viande « mûre ». Mais, si la maturation de la viande se prolonge trop, ces lipides se détériorent et forment alors des composés qui donnent une odeur et un goût rance. Au cours de la maturation, seuls les protéines et les lipides de la viande sont transformés. Le collagène n'est pas modifié. Il caractérise la dureté basale de la viande.

### 3.2.2. Mécanismes impliqués dans le processus de maturation :

La maturation du muscle en viande dépend de nombreux facteurs biologiques et technologiques : l'action protéolytique des différents systèmes enzymatiques, la température de stockage du muscle, la modification de la gamme du pH, la pression osmotique, la force ionique. Les mécanismes impliqués dans l'attendrissement de la viande sont des phénomènes enzymatiques et physico-chimiques entre lesquels il existe probablement une synergie [37].

#### 3.2.2.1. Les mécanismes physico-chimiques :

La température basale de l'animal vivant est d'environ 38°C. Après l'abattage, la température de la carcasse, stockée à 4°C, diminue progressivement. La morphologie de la carcasse affecte la vitesse de refroidissement des muscles selon la localisation (plus ou moins à l'extérieur). De plus, la composition intrinsèque du muscle joue aussi un rôle car la matière grasse isole plus ou moins les muscles et affecte cette vitesse de refroidissement.

Le pH est le paramètre de la viande le plus souvent mesuré. Son suivi au cours de la maturation est un moyen de contrôler la qualité. Juste après l'abattage de l'animal, le pH du muscle est aux alentours de 6,8. Après la mort de l'animal, le muscle est privé d'oxygène et devient anoxique. Le maintien de l'homéostasie musculaire nécessite la synthèse de composés riches en énergie tel que l'ATP. Les réactions de synthèse de l'ATP sont assurées par la dégradation de la créatine phosphate et essentiellement par la glycolyse et la glycolyse

anaérobie. Les réactions de dégradation de l'ATP et du glycogène ont été décrites en détail par Bendall [38]. Durant l'installation de la rigidité cadavérique, l'hydrolyse de l'ATP s'accompagne de la libération de protons contribuant à la diminution du pH. Le pH des muscles tend à se stabiliser à une valeur appelée pH ultime (pHu), généralement comprise entre 5,7 à 5,4 après 24 heures de stockage. Cette baisse de pH atteint progressivement le point isoélectrique des protéines. Ceci entraîne une diminution des liaisons entre les protéines et l'eau ainsi qu'une baisse du pouvoir de rétention de l'eau. Le pH ultime dépend de la concentration en glycogène dans les muscles au moment de l'abattage.

La pression osmotique augmente juste après la mort de l'animal et tend à se stabiliser à la fin de la période de la rigidité cadavérique. Sa valeur physiologique initiale est même doublée. Ces modifications ont été mesurées par Bonnet *et al* [39]. Elles correspondent à la formation de métabolites et à la libération d'ions libres initialement concentrés dans le réticulum sarcoplasmique et dans les mitochondries [37].

Parallèlement à l'acidification du muscle, la pression osmotique augmente à cause de l'accumulation d'acide lactique. Cette augmentation de la pression osmotique a deux effets principaux. Dans un premier temps, elle participe à une altération des structures contractiles par une solubilisation des protéines myofibrillaires. Ainsi, la maturation sera plus rapide dans un muscle dont la pression osmotique est importante [40]. Et dans un deuxième temps, elle permet de réguler et de faciliter l'action protéolytique d'enzymes comme les calpaïnes, qui sont sensibles à de fortes concentrations salines.

#### 3.2.2.2. Mécanismes enzymatiques :

Au cours de la maturation dans des conditions réfrigérées, les composantes myofibrillaires du muscle sont modifiées et permettent ainsi à la viande de s'attendrir. Les raisons de cet attendrissement ne sont pas encore bien définies. Il demeure encore un grand nombre de contradictions. Il existe différents systèmes protéolytiques décrits dans la littérature, impliqués dans le phénomène

d'attendrissement comme le système calpaïnes-calpastatine, le système cathepsines-cystatines et plus hypothétiquement le système protéasome. La  $\mu$ - et la m-calpaïne ainsi que les protéases lysosomales, c'est à dire les cathepsines D, B, L et H sont les plus souvent retenues pour être impliquées dans l'attendrissement du muscle, même si souvent le système calpaïque est décrit responsable en majorité de l'attendrissement de la viande pendant la période *post mortem* [41].

Les calpaïnes ont comme substrats préférentiels les composantes de la strie Z comme la desmine, la filamine, la nébuline, les protéines de la ligne M, la troponine T, la tropomyosine et la connectine ; mais par contre, elles ne s'attaquent ni à l'actine ni à la myosine [42]. Et elles contribuent aussi à l'apparition d'un fragment de 30 kDa. *In vitro*, ces modifications sont également reproduites [43, 44]. Cependant toutes les modifications observées sur le muscle ne sont pas reliées à l'action seule des calpaïnes [44]. Par exemple, les modifications observées sur la bande I ne sont pas retrouvées lors de l'incubation des myofibrilles avec des calpaïnes. Cela confirme le rôle majoritaire mais non exclusif des calpaïnes dans l'attendrissement du muscle pendant la période *post mortem*.

Le système lysosomal participe également aux modifications. L'incubation des myofibrilles avec un extrait lysosomal ou avec la cathepsine L montre que l'action protéolytique se localise au niveau de la bande I [45]. Quant aux cathepsines B, H et D, elles dégradent plus particulièrement les myofibrilles de la bande M et celles localisées au niveau de la jonction entre la bande A et la bande I [40]. Les cathepsines hydrolysent essentiellement la myosine et l'actine. De plus, l'attaque des protéines contractiles se fait selon des points stratégiques.

Selon Ouali [40], l'attendrissement *post mortem* peut seulement s'expliquer par une action synergique des systèmes calpaïques et lysosomaux. Cette théorie est celle qui est la plus souvent adoptée. La contribution du protéasome est peu étudiée et donc souvent négligée bien que d'après les quelques études réalisées, le protéasome soit capable de dégrader la majorité des protéines myofibrillaires [46, 47].

## CHAPITRE 4

### QUALITES DE LA VIANDE

Les nombreux travaux réalisés sur la qualité des produits alimentaires ont permis de mettre en évidence le caractère complexe de la notion de qualité, parfois même qualifiée de "notion attrape tout" [48]. La qualité d'un aliment est une donnée multidimensionnelle.

#### 4.1. Définition de La qualité :

La qualité peut être définie par sa capacité à satisfaire un ensemble complexe d'attentes. Des données intrinsèques aux produits viennent ainsi se combiner avec des données plus symboliques faisant appel aux croyances, et à l'imaginaire.

Selon Cazes-Valette [49], sept facettes de la qualité peuvent cependant être distinguées :

- ❖ **La qualité nutritionnelle** : correspond à la contribution de l'aliment à l'équilibre global de l'alimentation.
- ❖ **La qualité sanitaire** : renvoie à l'absence de germes pathogènes, de substance nuisible ou toxique dans l'aliment, qui est supposé préserver la santé.
- ❖ **La qualité fonctionnelle** : correspond à la praticité d'achat, de manipulation, de transport, de préparation et de consommation des produits.
- ❖ **La qualité organoleptique** : renvoie aux plaisirs ou désagréments sensoriels que l'on en retire au moment de la cueillette, de l'achat ou de la consommation.
- ❖ **La qualité sociale** : L'aliment revêt également une dimension sociale. Par le simple fait de le choisir, la manière de le cuisiner, de le manger, l'aliment

nous permet de nous situer par rapport à un groupe d'appartenance ou de référence.

- ❖ **La qualité symbolique** : L'aliment doit correspondre à l'ordre du mangeable défini par la culture du consommateur.
- ❖ **La qualité humaniste** : Certains consommateurs attendent aujourd'hui de leur nourriture qu'elle ne soit pas obtenue au détriment de l'environnement (produits issus d'agriculture biologique).

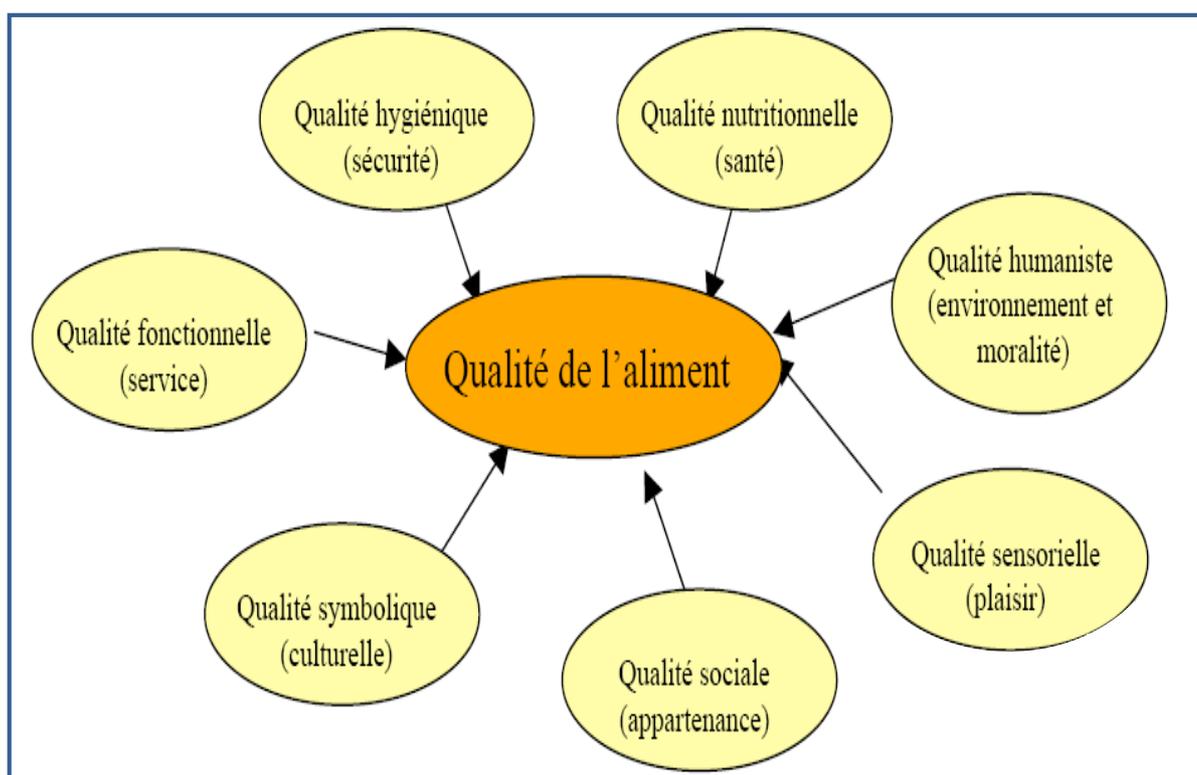


Figure 4.1 : Les différentes facettes de la qualité d'un aliment [49].

En raison même de l'étendue de la notion de qualité, et de la confusion que peut entraîner l'utilisation de ce terme, seules les caractéristiques directement perçues par les consommateurs ainsi que la qualité hygiénique et sanitaire, seront prises en compte au cours de cette synthèse bibliographique.

#### 4.2. Caractéristiques organoleptiques :

Ce sont les caractéristiques perçues par les sens du consommateur [50].  
Tous les sens peuvent être impliqués dans l'évaluation d'une denrée alimentaire :

la vue, le goût, l'odorat, le toucher à la main ou dans la bouche, voire même l'ouïe. Le terme de caractéristiques « sensorielles » est également employé [51]. En raison même de leur influence directe sur le comportement du consommateur et donc sur l'acceptabilité du produit, les anglo-saxons utilisent également les termes «palatability attributes» ou «acceptability attributes». Quelle que soit la terminologie utilisée, les différentes caractéristiques sont la couleur, la tendreté, la jutosité et la flaveur.

Ces caractéristiques peuvent être mesurées soit par des méthodes instrumentales, soit par des évaluations sensorielles réalisées par un jury. Le consommateur est particulièrement attentif aux variations de la qualité des produits qu'il consomme. Lorsqu'elles sont excessives, elles peuvent entraîner un rejet du produit. La viande n'échappe pas à la règle, d'autant plus qu'il n'est pas possible de corriger ces variations par mélange ou homogénéisation. C'est ainsi qu'il est considéré que, parmi les critères de qualité qui peuvent limiter la consommation de viande de boeuf, le plus important est la tendreté [52].

#### 4.2.1. Couleur :

Chronologiquement, la couleur d'une viande est le premier critère d'appréciation perçu par le consommateur, elle le guide pour son choix. Elle dépend fortement de la quantité de myoglobine [53]. Les différentes fibres musculaires possèdent des teneurs variables en myoglobine suivant qu'il s'agisse d'un muscle à caractère oxydatif (riche en myoglobine) ou à caractère glycolytique (pauvre en myoglobine). La proportion de ces différents types de fibres au sein d'un muscle influence directement sa couleur. La quantité de pigments peut ainsi varier du simple au double entre muscles d'une même carcasse [54].

L'aspect visuel d'une viande dépend également de la structure du muscle réfléchissant la lumière. L'abaissement du pH augmente la quantité d'eau extracellulaire et, en conséquence, la réflexion de la lumière incidente ce qui confère un aspect clair aux viandes à pH bas [55].

Dans certains cas, une carence en glycogène musculaire au moment de l'abattage induit un pH élevé (pH > 5,8-6), l'acidification s'arrête trop tôt et la viande reste sombre. On parle de viande « a pH élevé » ou « a coupe sombre », la viande est alors rouge foncé et sa coupe est dure et ferme, on l'appelle viande DFD pour « dark, firm and dry » (Figure 4.2 C). Ces problèmes de viande à pH élevé se rencontrent chez les bovins adultes mais très rarement chez les veaux. Au contraire, une acidification trop rapide du muscle induit une viande pâle, molle et exsudative ou viande PSE pour « pale, soft and exudative » (Figure 4.2 A). Zamora *et al* [56] ont montré chez le bovin qu'une augmentation de la vitesse de chute *post mortem* du pH entraîne une diminution de la tendreté du muscle *Longissimus thoracis* après 14 jours de maturation à 4°C. Chez le porc, une vitesse de chute trop rapide du pH est jugée responsable du manque de maturation des viandes PSE et des défauts de tendreté qui en découlent [57]. Le consommateur recherche en général une viande ni trop pâle, ni trop foncée, et de couleur homogène.

Les tissus adipeux intermusculaire (marbré) et intramusculaire (persillé) influencent également l'acceptabilité de la viande par le consommateur, qui n'apprécie pas une quantité trop importante de gras visible même si la teneur en lipides intramusculaires améliore les autres composantes de la qualité organoleptique. Une étude réalisée par Fernandez *et al* [58] confirme ce paradoxe, les consommateurs ne souhaitent pas voir de gras dans la viande avant consommation, alors que l'appréciation de la viande après consommation augmente avec le taux de lipides intramusculaires jusqu'à une teneur en lipides comprise entre 2,5 et 3,5 %.

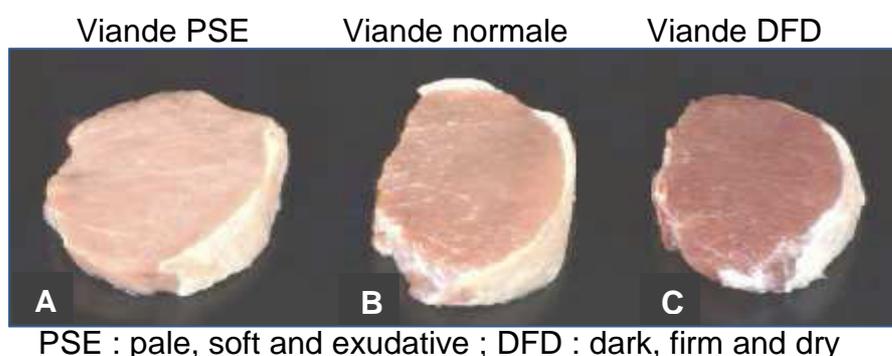


Figure 4.2 : Couleur de la viande [55].

#### 4.2.2. Tendreté :

La tendreté de la viande est la facilité avec laquelle la viande est découpée puis broyée lors de la mastication. Elle peut être considérée comme le composant mécanique de la texture de la viande. C'est la qualité la plus appréciée et la plus recherchée par le consommateur. Paradoxalement, la tendreté est souvent exprimée par son contraire : la dureté.

Ce paramètre peut facilement être mesuré puisqu'il représente la résistance mécanique lors du cisaillement ou de la mastication, il est très souvent mesuré sur des viandes cuites. La facilité avec laquelle une viande se laisse trancher ou mastiquer, dépend de la quantité, de la répartition et du degré de polymérisation du collagène musculaire, ainsi que de la structure myofibrillaire [59].

#### 4.2.3. Jutosité :

La jutosité d'une viande, ou impression de libération de jus, est une caractéristique perçue lors de la mastication. Elle est liée à la quantité d'eau libre subsistante dans la viande et à la sécrétion de salive stimulée essentiellement par les lipides. Elle varie avec le pouvoir de rétention d'eau de la viande, les pertes à la cuisson et la présence de lipides.

Le pouvoir de rétention d'eau est une caractéristique importante de la viande car il détermine l'aspect du produit cru, des pertes à la cuisson et de la jutosité du produit cuit. La part la plus importante de l'eau est retenue par des forces de type capillaire dans le réseau myofibrillaire des cellules musculaires. Trois facteurs modifient le volume myofibrillaire après l'abattage, donc l'espace disponible pour les molécules d'eau [60]. Il s'agit de la diminution du pH, de la fixation des filaments fins (actine) et épais (myosine) lors de l'installation de la rigidité cadavérique et de la dénaturation de la myosine.

Le coefficient de corrélation entre le pHu et la jutosité de la viande est évalué à 0,68. Les lipides intramusculaires influencent aussi favorablement la jutosité de la

viande, le coefficient de corrélation entre le taux de lipides intramusculaires et la jutosité varie selon les études entre 0,21 et 0,65.

#### 4.2.4. Flaveur :

La flaveur représente un ensemble complexe de sensations perçues par le goût et l'odorat lorsque le morceau de viande est en bouche. La flaveur associe les saveurs et les arômes. Ces perceptions olfactives et gustatives lors de la dégustation sont libérées au moment de la cuisson de la viande à partir de molécules précurseurs d'arômes, contenues notamment dans le gras.

Les lipides ont une incidence sur la consistance du tissu adipeux, composante essentielle de la qualité de ce tissu [61], plus précisément, c'est le degré d'insaturation des acides gras qui influence la consistance. Un tissu adipeux constitué d'une majorité d'acides gras insaturés sera plutôt mou, et dans le cas contraire il sera ferme. La durée de conservation du tissu est limitée par le développement des réactions d'oxydation des acides gras insaturés qui favorisent une forte teneur en eau et un degré d'insaturation des lipides [12]. La teneur en lipides intramusculaires est un facteur primordial concernant la flaveur de la viande, si ce taux est inférieur à la valeur seuil déterminée pour l'espèce concernée, la viande n'est plus caractérisée par une flaveur spécifique [62]. La teneur optimale en lipides intramusculaires pour l'obtention de caractéristiques sensorielles favorables est de 2,5 à 3,0 % dans le muscle *Longissimus* de porc [63], elle est estimée à 4 % de gras intramusculaire pour le bovin et serait même préjudiciable à la flaveur au delà de 10-15%.

Parmi la composante lipidique, un rôle important est attribué aux phospholipides dans le développement de la flaveur caractéristique de la viande cuite [64]. En conséquence, la typologie d'un muscle peut influencer la flaveur de la viande en raison des différences de teneur et de composition en phospholipides selon le type métabolique des muscles [65]. Chez le mouton, Valin *et al* [66] ont montré que l'intensité de la flaveur est directement liée au caractère rouge de la viande, en particulier au pourcentage de fibres lentes.

### 4.3. Qualité hygiénique et sanitaire de la viande :

La qualité hygiénique de la viande constitue l'exigence élémentaire du consommateur. Elle peut être altérée par la prolifération de micro-organismes néfastes et/ou la présence de composés toxiques. La qualité sanitaire de la viande dépend de la contamination de la viande par des microorganismes à différentes étapes de la chaîne d'abattage et de transformation ; elle peut constituer un vecteur aux bactéries pathogènes (*E. coli*, *Salmonella*, ..... ) qui peuvent affecter la santé du consommateur en causant des toxi-infections alimentaires [67].

#### 4.3.1 La contamination superficielle des carcasses :

La plus grande source de contamination superficielle des carcasses est l'animal vivant porteur de germes saprophytes ou pathogènes sur ses téguments ou dans son tube digestif [68]. Les matières fécales, le sol et les poussières constituent aussi une source de contamination [69]. Pour la plupart des germes pathogènes transmissibles par les viandes, les animaux porteurs asymptomatiques sont beaucoup plus fréquents et plus dangereux que les malades [70, 71, 72]. Des études réalisées au Canada ont révélé que l'ampleur de la contamination du bétail par *E.coli* O157:H7 varie de 0,3 % à 1,5 % [73].

En ce qui concerne la flore banale, les rares données disponibles montrent que les cuirs portent de  $10^3$  à  $10^9$  germes /  $\text{cm}^2$  selon le site anatomique considéré, et que les plus fortes contaminations sont observées au niveau de la zone de couchage, probablement parce que le sol est la principale source de contamination des cuirs [74]. En outre des variations importantes d'un lot d'animaux à un autre, ont été constatées, il pourrait s'agir d'une intervention des conditions d'élevage et/ou des conditions climatiques. Ces aspects ne sont pas connus [74, 75].

A l'abattoir, le muscle, naturellement stérile, est inévitablement contaminé par des bactéries lors de deux étapes clefs qui sont la dépouille et l'éviscération des animaux, puis, lors des autres étapes de préparation des carcasses [76]. Des matières fécales peuvent se propager aux carcasses à partir du cuir et du tractus

intestinal de l'animal. Le matériel et le personnel peuvent étendre cette contamination à d'autres carcasses pendant les autres opérations [73].

#### 4.3.2. Facteurs incriminés dans la contamination superficielle des carcasses :

Selon Fournaud [77], Cuq [78], et Cartier [79], plusieurs facteurs peuvent être responsables de la contamination superficielle des carcasses :

##### 4.3.2.1. L'état de malpropreté des animaux et de leurs peaux :

Le facteur de malpropreté des animaux et de leurs peaux est responsable dans environ 60% des cas de contamination superficielle des carcasses. Dans la ferme, pendant le transport et lors de la stabulation, les cuirs des animaux risquent d'entrer directement en contact avec les matières fécales d'un animal infecté. Les agents pathogènes présents sur le cuir des animaux vont ensuite contaminer, directement ou indirectement (par voie aérienne) la surface des carcasses pendant la dépouille. Ces agents pathogènes peuvent également propager à l'ensemble de la chaîne et peuvent donc contaminer d'autres carcasses.

Un bovin adulte excrète environ 30 à 50 kg de matières fécales en 10 à 20 fois par jour ayant la consistance d'une bouillie [80]. Cette consistance rend les cuirs des bovins plus exposés à la souillure et à l'adhérence des matières fécales que les cuirs des ovins ou des caprins qui excrètent des matières fécales de consistance plus ferme (en forme de boulette).

Le cuir est naturellement contaminé par des bactéries Gram négatif (Entérobactéries : *Salmonella*, *E.coli*, *Shigella*, etc.) qui y adhèrent fortement, par des bactéries gram positif et par des spores de moisissures.

##### 4.3.2.2. Le contenu des viscères :

Le contenu des viscères est une source potentielle de contamination. Il est responsable dans environ 10% des cas de contamination superficielle des

carcasses. Les viscères peuvent contenir plusieurs flores, ils présentent des entérobactéries, des streptocoques fécaux, *Clostridium* ... etc. Les organes digestifs des bovins sont très volumineux et leur contenu est plus important que celui des panses d'ovins ou de caprins, ce qui nécessite une attention particulière lors de l'éviscération pour limiter les sources de contamination des carcasses.

#### 4.3.2.3. La pollution de l'atmosphère et des salles de l'abattoir :

L'air comme l'eau véhicule diverses bactéries. Ils sont responsables dans environ 5% des cas de contamination superficielle des carcasses. Dachy [81] explique que l'agitation des toisons contamine l'air par des germes qui se redéposeront sur les carcasses ultérieurement, pour les carcasses bovines cette contamination est importante vu l'importance du cuir et la taille de la carcasse.

Les insectes, les rongeurs, les oiseaux, les chats ou autres, constituent une source de contamination des locaux voire des carcasses, surtout en cas de manque d'entretien. Le risque augmente lors d'une défaillance de ventilation qui engendre des nuages de buées sur les carcasses, d'une mauvaise gestion de la température en salle de travail et d'un mauvais plafond.

#### 4.3.2.4. Matériel et mains d'ouvriers :

Le matériel utilisé et les mains d'ouvriers représentent environ 3% des cas de contamination superficielle des carcasses au niveau des abattoirs.

Le matériel (machines, couteaux, scies...etc.) est le plus souvent responsable d'apports bactériens secondaires ; dus à une désinfection imparfaite, une structure poreuse des matières utilisées, ou un mauvais entretien ; augmentent le risque de foyers de micro-organismes. En effet, les anfractuosités dans le matériel peuvent héberger des germes difficilement accessibles au nettoyage. Cette insuffisance de désinfection du matériel entraînera le passage des bactéries du cuir vers la carcasse et d'une carcasse à l'autre.

N'importe quel opérateur peut être porteur intestinal, cutané ou bucco-pharyngé de germes pathogènes. On peut citer le risque de contamination par *Staphylococcus aureus* lors de sécrétion nasale ou de lésion cutanée suppurée. La peau saine est aussi porteuse d'une flore banale, sans oublier les souillures du quotidien mal maîtrisées par une hygiène personnelle défaillante.

Le travail de dépouille, d'éviscération et de fente des carcasses bovines est plus difficile que celui d'une carcasse ovine ou caprine car il nécessite l'intervention de plusieurs opérateurs et requiert plus de manœuvres, ce qui multiplie les sources de contamination, en plus les couteaux s'abîment plus vite en raison de l'épaisseur et de la dureté des cuirs, et leur nettoyage demande plus de temps [82].

## **CHAPITRE 5**

### **EVALUATION DE LA QUALITE HYGIENIQUE ET SANITAIRE DES CARCASSES.**

L'évaluation de la qualité hygiénique et sanitaire des carcasses dans les abattoirs a pour objectif principal la protection de la santé publique.

Les méthodes d'échantillonnages existantes et les principaux marqueurs de la qualité hygiénique et sanitaire sont abordés dans le présent chapitre.

#### 5.1. Méthodes d'échantillonnage dans les abattoirs :

A ce jour, deux méthodes sont reconnues :

- la méthode destructive qui consiste à l'excision de 5 cm<sup>2</sup> de tissus de surface de la carcasse [83], et de 25 g de viande incluant la surface de la carcasse pour la recherche des Salmonelles [84].
- la méthode non destructive qui consiste à l'écouvillonnage d'une surface de la carcasse [83].

#### 5.1.1. Comparaison entre les méthodes et les matériaux d'échantillonnage :

L'efficacité des matériaux utilisés pour l'échantillonnage des carcasses bovines a été comparée dans deux études séparées par Dorsa *et al* [85]. Dans la première, les carcasses n'ont pas été inoculées, tandis que pour la deuxième, les échantillons ont été prélevés sur des découpes de carcasses préalablement contaminées en surface par des matières fécales à différents niveaux d'inoculation. Au total, six matériaux ont été utilisés pour les prélèvements allant de l'excision jusqu'à l'écouvillonnage à l'aide de coton d'ouates.

Les résultats obtenus ont montré que :

- L'excision est la méthode la plus efficace.
- Les matériaux abrasifs ont une efficacité très proche de celle de l'excision.
- Les écouvillonnages d'ouate étaient les moins efficaces.

Les travaux de Gill et Jones [86], sur carcasses de bovins et de porcs échantillonnées par excision et au moyen d'une éponge, de gaze et à l'aide d'ouate n'ont montré aucune différence significative entre le nombre de bactéries récupérées par excision, par l'éponge ou par la gaze. Le nombre de bactéries obtenues avec l'ouate se sont avérés être plus faibles que ceux obtenus avec les trois autres matériaux.

Murray *et al* [87] ont testé des compresses en coton, des éponges et des torchons de ménage pour l'écouvillonnage des carcasses bovines. Les résultats obtenus ont montré une bonne récupération des souches bactériennes et une facilité d'utilisation des éponges ménagères.

Ransom *et al* [88] et Byrne *et al* [89] en comparant les méthodes d'excision et de l'éponge polyuréthane sur des carcasses bovines, n'ont pas observé de différence significative entre les deux méthodes.

Sur la base de ce qui précède, la récupération des bactéries est favorisée si le matériel utilisé est de nature plus abrasive dans la méthode par écouvillonnage. La différence dans le nombre de bactéries prélevées par les deux méthodes est essentiellement liée au degré d'adhérence des bactéries à la surface de la carcasse. Cette adhérence est influencée par de nombreux facteurs, comme le type de carcasse, le type de tissu, l'espèce bactérienne, le niveau de contamination et le degré d'humidité [90].

## 5.2. Protocoles internationaux d'échantillonnage des carcasses dans les abattoirs :

Selon l'International Commission of Microorganisms and Foods [84], un échantillon de cinq carcasses, par lot, est préconisé où le lot est un groupe ou une

série de carcasses identifiées obtenues par le même procédé, dans des conditions pratiquement identiques, dans un abattoir commun, au cours d'une période de production déterminée [91].

La réglementation européenne exige que les prélèvements doivent être effectués de manière aléatoire sur cinq carcasses lors de chaque séance d'échantillonnage [92]. Par contre, la réglementation Suisse impose des exigences minimales pour la fréquence, le jour et le volume d'échantillonnage. Le nombre de cinq carcasses par semaine, choisies au hasard, doit être respecté pour chaque espèce, Le jour de l'échantillonnage doit être modifié chaque semaine de manière à couvrir chaque jour d'exploitation de l'abattoir [83].

### 5.3. Les zones d'échantillonnage sur les carcasses bovines :

Selon la bibliographie, les zones à prélever sur une carcasse bovine sont multiples (Cf. figures 5.1 A, 5.1 B), mais un nombre minimum de trois doit être respecté [84]. Ces zones doivent être choisies en fonction des techniques d'abattage utilisées et du type de l'abattoir. Les zones de la carcasse à échantillonner sont celles qui, au cours du contrôle visuel du processus d'abattage, présentent un important degré de souillure. Chez les bovins, ces zones correspondent en général à la partie arrière du rumsteck, aux flancs, à la poitrine, au collier, à la région lombaire et au flanc [83].

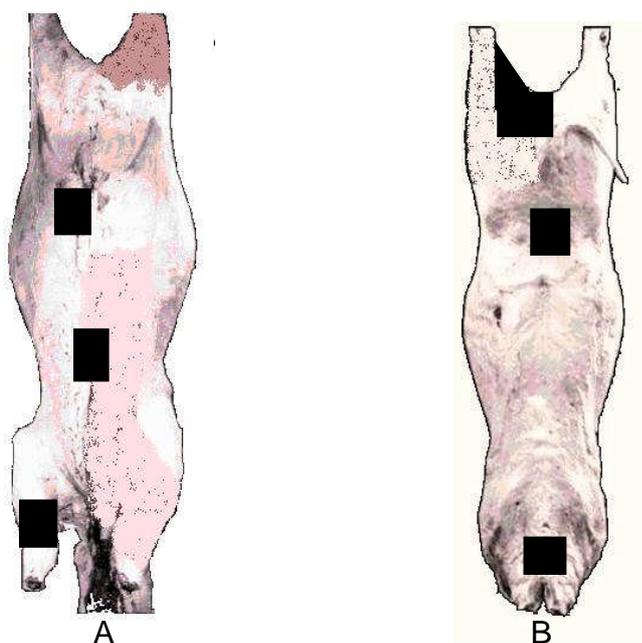


Figure 5.1 : zones à prélever sur une carcasse bovine [83].

#### 5.4. Surfaces et nombre des zones à écouvillonner sur les carcasses bovines :

Les prélèvements sur les carcasses bovines pour des analyses microbiologiques doivent couvrir au minimum trois régions différentes des carcasses (ou des demi-carcasses). Avec la méthode d'écouvillonnage, la surface minimum du prélèvement est de 100 cm<sup>2</sup> pour chacune des régions choisies [92]. Au niveau international, ces deux paramètres diffèrent d'une étude à l'autre :

- Les travaux de Bacon *et al* [93], Ingham *et al* Schmidt [94], Rho *et al* [95], Eblen *et al* [96], Yeh *et al* [97], réalisées aux USA, en Australie, en Corée et à Taiwan rapportent un nombre de trois zones de 100 cm<sup>2</sup> pour les bovins, situées sur le flanc, la poitrine et le rumsteck.
- Les travaux de McEvoy *et al* [98], Byrne *et al* [89], Pearce et Bolton [99], Murray *et al*, Korsak *et al* [100], Hansson [101], Botteldoorn *et al* [102], réalisés en Europe, rapportent que les carcasses bovines sont le plus souvent écouvillonnées sur quatre zones : le collier, le thorax (ou gros bout de poitrine), le flanc et le rumsteck.
- Les travaux de Korsak *et al* [100], Botteldoorn *et al* [102], réalisés en Belgique, rapportent que quatre zones par demi-carcasse bovine correspondant à 1600 cm<sup>2</sup> sont échantillonnées : le membre antérieur, le thorax, le flanc et le rumsteck.

#### 5.5. Matériaux utilisés pour l'écouvillonnage :

Le coton-tige, l'éponge, le torchon de ménage et l'éponge ménagère, le coton stérile sont les différents types d'écouvillons utilisés en Europe [85, 89, 98, 99, 100, 101, 102]. L'éponge stérile hydratée d'eau peptonée tamponnée est utilisée pour l'écouvillonnage dans des études réalisées aux USA, en Australie, Corée et à Taiwan [93, 94, 96, 97].

#### 5.6. Moments d'échantillonnage au cours du processus d'abattage :

L'écouvillonnage est généralement réalisé avant le processus de refroidissement des carcasses en Europe contrairement aux USA où il a lieu après

le ressuyage [85, 89, 103, 104, 105, 106, 107, 108]. Le taux de récupération des microorganismes des carcasses prélevées après refroidissement par rapport aux carcasses échantillonnées juste après le processus d'abattage varie entre 4% et 100% par la méthode d'excision et entre 43% et 93% par la méthode d'écouvillonnage [109, 110, 111]. L'attachement irréversible des bactéries et les biofilms formés au niveau des anfractuosités superficielles de la peau peut provoquer une diminution du nombre de bactéries retrouvées 30 minutes à quelques heures après l'abattage [111, 112].

### 5.7. Principaux marqueurs de la qualité hygiénique et sanitaire des carcasses :

Les micro-organismes présents dans les denrées alimentaires peuvent provoquer des modifications organoleptiques et altérer les qualités marchandes des produits, ou constituer un danger pour la santé publique en raison de leur pouvoir pathogène pour l'homme.

L'objectif de cette synthèse est de décrire les principaux indicateurs de la qualité hygiénique et sanitaire des carcasses.

#### 5.7.1. Les marqueurs de la qualité hygiénique :

- Les Germes aérobies totaux :

Cette flore indique le degré de contamination bactérienne globale des aliments, et est utilisée comme méthode de contrôle de la qualité hygiénique des carcasses [113]. Par définition, les sources de contamination des denrées alimentaires par les germes aérobies totaux sont très variées : l'environnement, l'animal (flore présente dans l'intestin, sur la peau, la toison, les muqueuses), la contamination croisée avec d'autres carcasses ou aliments, la contamination par le manipulateur. Dénombrés seuls, les germes aérobies totaux sont des agents indicateurs qui donnent peu d'informations, seul un dénombrement de germes indicateurs plus spécifiques permet de déterminer l'origine de la contamination.

- Les Entérobactéries :

Il s'agit d'un groupe biochimiquement et génétiquement apparenté, présentant une grande hétérogénéité du point de vue de son écologie, de ses hôtes, et de son potentiel pathogène pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes [114]. Cette famille inclut plusieurs genres et espèces de bactéries pathogènes d'origine intestinale (*Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, et les souches pathogènes d'*E. coli*). Elle comprend également de nombreux genres présents naturellement dans l'environnement, y compris sur les plantes, sans être d'origine fécale ni associés à des maladies d'origine alimentaire [115, 116].

Dans les denrées alimentaires d'origine animale, les Entérobactéries sont d'origine intestinale ou environnementale. Bactéries indicatrices, elles peuvent signifier un défaut d'hygiène lors des processus de fabrication, une contamination fécale, environnementale, une insuffisance des procédés de traitements, un défaut d'hygiène du matériel et de l'équipement utilisés, ou une contamination croisée d'une autre origine (végétale par exemple) [115].

- Les Coliformes totaux et thermo-tolérants :

Les Coliformes regroupent des Entérobactéries ayant des caractères communs. Ce sont des bacilles Gram négatif, non sporulés, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à une température de 35-37°C [117, 118]. Ils regroupent un certain nombre d'espèces, environ 40 à 50 espèces (*E.coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter freundii* ect...) [119]. Les tests haute température (44°C) ont été proposés pour rechercher les Coliformes thermo-tolérants (ou les Coliformes fécaux) qui représentent un sous groupe des Coliformes totaux [120].

Les Coliformes totaux sont considérés comme des germes indicateurs de la qualité hygiénique de l'aliment, ils renseignent sur les conditions de l'abattage

[121]. Les Coliformes thermo-tolérants constituent un bon indice d'une contamination à partir des matières fécales de l'homme et des animaux [120]. La presque totalité des Coliformes sont non pathogènes et ne présentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*E. coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes [123, 124].

Dans les viandes, l'indice de la contamination fécale peut se présenter par les Coliformes fécaux (*E. coli*), les entérobactéries dans leur ensemble,...etc [125, 126].

- *E. coli* :

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. C'est l'espèce bactérienne anaérobie facultative prédominante dans l'intestin et les fèces.

Dans la filière viande, la principale source d'*E. coli* est le tractus intestinal des animaux. Leur présence sur les carcasses est considérée comme une indication de contamination fécale due à une mauvaise manipulation lors des opérations d'abattage. La présence de ces bactéries peut également être due à une contamination par le personnel [115, 127, 128].

#### 5.7.2. Les marqueurs de la qualité sanitaire :

- *Salmonella* :

Le genre *Salmonella* revêt une importance particulière dans l'industrie agro-alimentaire à l'échelle mondiale [129].

Les Salmonelles sont responsables de toxi-infections alimentaires dont 76,2% sont d'origine carnée [113]. En Australie, 3% des carcasses bovines testées au niveau de l'abattoir étaient contaminées par des Salmonelles [130]. Au Royaume-Uni, un portage sain de *Salmonella* a été observé chez 0,2% des bovins au niveau du *caecum* [131].

- *Escherichia coli* O157:H7 :

Cette souche bactérienne est très importante de point de vue sanitaire, car elle provoque des intoxications très graves [115, 132]. Leurs principaux facteurs de virulence sont les shigatoxines Stx1 et Stx2, une intimine et une entérohémolysine [128, 133, 134].

La viande de bœuf hachée est la principale cause incriminée. La présence d'*E coli* O157 : H7 a été mise en évidence dans la viande bovine par Cohen [135], il a pu isoler 120 souches d'*E coli* dont 3 sont du sérotype O157: H7.

- *Campylobacter jejuni* :

La campylobactériose est une zoonose causée dans 95% des cas par *C. jejuni* et *C. coli*. Le réservoir est le tractus intestinal des animaux domestiques et sauvages, particulièrement les oiseaux [136, 137]. La transmission a lieu généralement par la consommation d'aliments (viande de volaille insuffisamment cuite) et d'eau, par le contact direct ou la manipulation d'animaux infectés (animaux de boucherie et de compagnie) [138].

- *Yersinia enterocolitica* :

L'espèce *Y. enterocolitica*, une des 11 espèces du genre *Yersinia* (*Enterobacteriaceae*) a été incriminé dans une série d'accidents collectifs d'entérites et de pseudo-appendicites [139]. Au niveau des filières de production carnée, une contamination est souvent due à un défaut d'hygiène au stade de l'abattage [84]. Karib *et al* [140] ont rapporté un taux d'isolement de 33%, en analysant 10 carcasses ovines.

#### 5.8. Méthodes d'évaluation de la qualité microbiologique des viandes :

L'examen microbiologique est un outil incontournable d'évaluation du niveau de contamination des denrées alimentaires et de la nature de leur microflore. Il est très largement utilisé dans le cadre du contrôle officiel ainsi que

des autocontrôles mis en œuvre par les industriels pour garantir la salubrité des denrées qu'ils commercialisent [141].

On peut distinguer deux types de techniques, qualifiées de traditionnelles et de rapides.

- Les techniques traditionnelles :

Les techniques traditionnelles de la microbiologie pasteurienne reposent sur l'isolement, la purification et l'identification. Ces méthodes servent de référence et font l'objet d'une normalisation au niveau international [142].

Dans le cas des techniques de dénombrement, la prise d'essai subit des dilutions décimales successives et un inoculum de chaque dilution est utilisé pour ensemercer un milieu, liquide ou solide. Après incubation, il est procédé au comptage des colonies d'aspect caractéristique et à une éventuelle confirmation par des tests biochimiques [142].

Dans le cas des techniques de recherche, telles que celle utilisée pour les Salmonelles, un ensemble d'étapes de pré-enrichissement et d'enrichissement permet d'assurer la revivification des bactéries stressées [143] puis de favoriser leur croissance de façon sélective. Il est ensuite réalisé un isolement sélectif et une caractérisation biochimique à partir des colonies d'aspect caractéristique.

- Les techniques rapides :

Les techniques dites rapides permettent, selon les cas, de réduire le délai de réponse ou de simplifier les manipulations, ce qui en fait des outils très prisés dans l'industrie agro-alimentaire [144].

Parmi les principales techniques rapides utilisées en microbiologie des aliments, on peut citer :

- Les méthodes immunologiques, pour la plupart de type E.L.I.S.A.
- Les techniques de biologie moléculaire, hybridation sur colonies ou *polymerase chain reaction* [145].
- L'impédancemétrie [146].

- Le dosage par bioluminescence de l'adénosine triphosphate (A.T.P.) cellulaire ou ATPmétrie.
- Les procédés d'analyse d'image après filtration et coloration des échantillons [147] et la cytométrie de flux.

Certaines de ces méthodes font l'objet d'une validation officielle, lorsqu'il est démontré que les résultats qu'elles fournissent présentent une bonne corrélation avec les résultats obtenus par les méthodes de référence. Parmi de très nombreux "kits" validés par l'Association française de normalisation pour la recherche des Salmonelles (Locate *Salmonella*, Kit *Salmonella* TRANSIA, *Salmonella* 1-2 Test, Vidas *Salmonella*, Kit TECRA Unique, Test *Salmonella* GTS, PROBELIA), seule l'ATPmétrie (Locate *Salmonella*) fournit une réponse quasi-immédiate. Pour les autres techniques, le résultat est au mieux obtenu en 24 à 36 heures [142].

- Interprétation des résultats :

L'interprétation des résultats d'examens s'effectue au regard des limites numériques définies par les critères microbiologiques. Ces critères doivent être fixés par des arrêtés ministériels [142].

La réglementation doit aussi prévoir la conduite à tenir en cas de dépassement des limites numériques. Lorsque le critère est un standard impératif, le lot de produit analysé doit faire l'objet d'un retrait de la consommation et des actions correctives sont à mettre en place. Dans le cas d'un standard indicatif, seules, les actions correctives sont rendues obligatoires. Il est aussi possible d'utiliser des critères propres à chaque entreprise, qualifiés de lignes directrices, ou des critères fixés par un cahier des charges [148].

## 6. PARTIE EXPERIMENTALE

Le présent travail s'articule sur deux parties :

1. Enquête par questionnaire.
2. Analyses bactériologiques : Recherche des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tolérants, d'*Escherichia coli* et des Salmonelles.

### 6.1. PREMIERE PARTIE : ENQUETE PAR QUESTIONNAIRE :

L'objectif de la présente enquête par questionnaire est de choisir les trois zones d'échantillonnage les plus exposées à une souillure microbienne durant le processus d'abattage sur les carcasses bovines.

Sur la base de la synthèse bibliographique réalisée, il en ressort qu'un nombre minimum de trois régions doit être respecté, par contre les zones restent à fixer en fonction des pratiques d'abattage utilisées et du type d'abattoir.

Dans l'abattoir de Blida, les pratiques usitées comprennent plusieurs étapes, à savoir :

- Les animaux sont d'abord couchés sur le sol et égorgés selon la coutume musulmane ;
- Dès qu'ils cessent de bouger, l'habillage commence ;
- Après que les animaux sont soulevés, commence l'éviscération.
- Les carcasses sont ensuite scindées en deux avant d'être bousculées jusqu'à l'aire d'entreposage pour finir dans les chambres froides.

### 6.1.1. MATERIELS :

Notre questionnaire (Cf. appendice B) comporte une seule question ciblant trois volets :

- Le premier étant de choisir trois régions sur deux schémas d'une carcasse bovine (face ventrale et face dorsale), présentant des bandes noires délimitant les zones citées dans la littérature comme des sites les plus exposés à la souillure lors du processus d'abattage.
- Le deuxième étant de commenter le choix des trois sites choisis.
- Le troisième étant de designer d'autres régions non cités sur les schémas.

Nous avons ciblé par notre questionnaire les praticiens vétérinaires assurant l'inspection sanitaire des viandes au niveau des abattoirs ayants les mêmes pratiques d'abattage. Le questionnaire a touché les inspecteurs de l'abattoir de Blida, lieu de notre étude, et l'abattoir de Ruisseau de la wilaya d'Alger. L'abattoir d'El Harrach, le troisième grand abattoir dans la région était inaccessible en raison des travaux.

### 6.1.2. METHODES :

Notre questionnaire a été réalisé selon la méthode de "face à face", par déplacement personnel aux abattoirs. Huit praticiens vétérinaires ont été enquêtés, cinq au niveau de l'abattoir de Ruisseau et trois au niveau de l'abattoir de Blida.

En arrivant aux abattoirs, on s'est rapproché des praticiens vétérinaires l'un après l'autre pour :

- Expliquer l'objectif du questionnaire et éviter toute confusion dans sa compréhension.
- Recueillir les réponses individuelles de chaque praticien et éviter la discussion du questionnaire entre les personnes enquêtées, ce qui pourra donner des réponses semblables.

### 6.1.3. RESULTATS :

Le traitement des réponses au questionnaire a permis de mettre en évidence les régions à prélever sur une carcasse bovine. La fréquence d'exposition de ces régions à la souillure microbienne lors du processus d'abattage est reportée dans le tableau suivant :

Tableau 6.1 : Fréquence d'exposition des régions à la souillure microbienne sur une carcasse bovine dans les abattoirs.

Région	Col	Par	Poi	Fla	Man	Lom
Pourcentage	32%	24%	20%	16%	8%	0%

Col : Collier ; Par : Partie arrière du rumsteck ; Poi : Poitrine ; Fla : Flanc ; Man : Membre antérieur ; Lom : Lombaire.

Les réponses au questionnaire ont permis le classement des régions en fonction de leur exposition à la contamination au cours du processus d'abattage comme suit : le collier (32%), la partie arrière du rumsteck (24%), la poitrine (20%), le flanc (16%) et les membres antérieurs (8%). La région lombaire semble ne pas être exposée à la contamination selon les réponses.

La représentation graphique des réponses obtenues est rapportée par la figure ci-dessous.

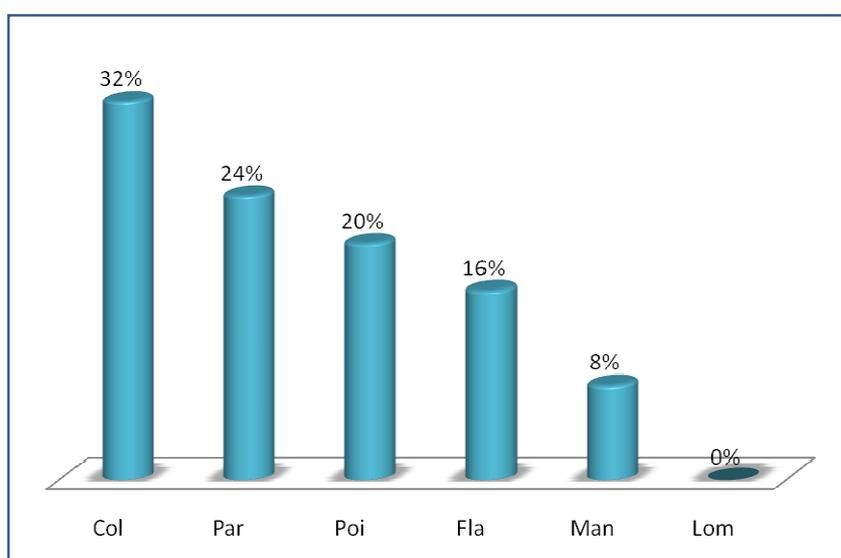


Figure 6.1 : La distribution des réponses au questionnaire.

Les trois régions les plus exposées à la contamination sont représentées dans la figure ci-dessous.



Figure 6.2 : Les trois régions les plus exposées à la contamination lors du processus d'abattage (photo originale).

Les arguments aux réponses et appuyant ces choix ont été en général relatives au contenu digestif :

- Le reflux œsophagien pour le collier.
- La souillure de la poitrine par le contenu digestif lors de l'éviscération.
- La souillure de la partie arrière du rumsteck par les matières fécales.

Nous n'avons pu faire une interprétation statistique de nos résultats car l'effectif des praticiens interrogés a été faible (08 docteurs vétérinaires).

#### 6.1.4. DISCUSSION :

Les réponses au questionnaire ont été recueillies dans deux abattoirs (Blida, Ruisseau) connus dans la région par leur forte production. Le choix de ces établissements en dépit d'autres proches, repose sur le fait que ces deux enceintes sont des abattoirs ou le processus d'abattage obéit aux mêmes étapes par opposé à d'autres qui sont des tueries.

Les praticiens vétérinaires enquêtés, fonctionnaires dans ces établissements, sont les plus habilités à juger le degré d'exposition des différentes régions des carcasses bovines à la souillure lors du processus d'abattage.

Le questionnaire a été composé d'une seule question appuyée par deux schémas représentant la face ventrale et dorsale d'une carcasse bovine laissant le libre choix à la personne enquêté de répondre, en plus il a été réalisé selon la méthode de "face à face", cette méthode est la plus souple dans la collecte des données [149].

Les réponses au questionnaire ont révélé que les trois zones les plus exposées à la souillure selon les pratiques d'abattage de l'abattoir de Blida sont : le collier, la partie arrière du rumsteck et la poitrine.

Ce résultat est en accord avec ceux de la littérature ; les zones d'échantillonnage sur les carcasses bovines sont variables d'un pays à l'autre. En effet, pour l'International Commission on Microbiological Specifications for Foods, la carcasse bovine doit être échantillonnée au niveau de la partie arrière du rumsteck, du flanc et de la poitrine [84]. Aux états unis les trois régions préconisées pour l'échantillonnage sont : le flanc, la poitrine et le rumsteck [150]. L'état fédéral suisse exige l'échantillonnage du collier, du poitrail, du flanc et de la partie arrière du rumsteck [84]. En Belgique, les zones devant être écouvillonnées sur une carcasse bovine sont la partie arrière du rumsteck, le flanc, le gros bout de poitrine et les membres antérieurs (face extérieur) [151].

## 6.2. DEUXIEME PARTIE : EVALUATION DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES CARCASSES

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au laboratoire de la "qualité sanitaire et hygiénique du lait", faculté des sciences agrovétérinaires, Université Saad Dahleb, Blida.

### 6.2.1. Choix de la période de l'étude :

Afin de vérifier s'il existe une période de grande consommation se caractérisant par une forte production de l'abattoir et par conséquent une forte contamination ; une analyse rétrospective des statistiques d'abattage de l'abattoir de Blida des quatre dernières années (tableau 6.2) a été faite.

Une synthèse des données d'abattage de bovins de l'abattoir de Blida pour les années 2003 à 2006, est rapportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.2 : Statistiques d'abattage de bovins à l'abattoir de Blida (2003 - 2006).

Mois Année	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	sep	Oct	Nov	Dec	Moy
2003	250	262	230	263	267	242	240	244	235	250	245	260	249
2004	155	137	148	158	154	157	160	162	151	161	165	148	155
2005	135	150	152	127	147	119	137	145	125	149	143	130	139
2006	233	269	257	264	256	262	252	246	240	238	237	240	250

Moy : Moyenne

La représentation graphique des statistiques d'abattage de cette période, rapportée en figure 6.3, montre :

- Une certaine stabilité d'abattage d'une année à l'autre.
- Une répartition homogène du nombre de bovins abattus sur tous les mois de l'année.

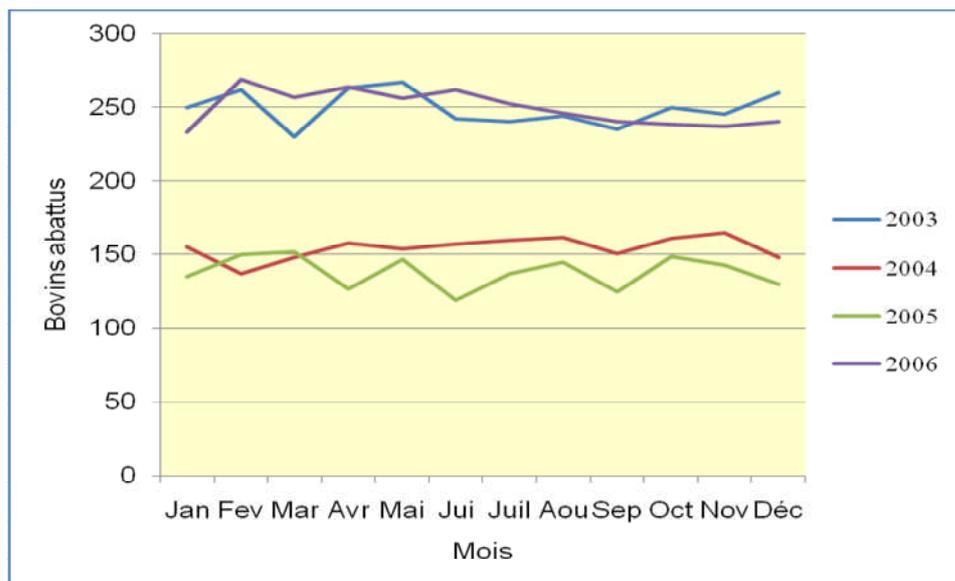


Figure 6.3 : Abattage de bovins au niveau de l'abattoir de Blida (2003 - 2006).

Les résultats de l'analyse rétrospective ont montré que le niveau d'abattage est relativement stable sans période de grande consommation. Par conséquent, les prélèvements peuvent être réalisés sur n'importe quelle période de l'année.

## 6.2.2. MATERIELS :

### 6.2.2.1. Matériel biologique :

La présente étude a porté sur 90 échantillons prélevés à partir de 30 carcasses bovines à raison de trois prélèvements par carcasse.

#### 6.2.2.1.1. Taille de l'échantillon :

Le choix de la taille de notre échantillon doit suivre une démarche raisonnée selon des critères de choix justifiés tenant compte des points suivants :

- Les protocoles internationaux d'échantillonnage des carcasses dans les abattoirs.
- Les statistiques journalières d'abattage de bovins au niveau de l'abattoir de BLIDA durant l'année 2006.

A travers la synthèse bibliographique relative aux protocoles internationaux d'échantillonnage des carcasses dans les abattoirs, il en ressort que le nombre de :

- Cinq carcasses, doit être échantillonné pendant chaque séance.
- Séances d'échantillonnage correspond au nombre de journées d'exploitation de l'abattoir pendant une semaine.

Dans l'abattoir de Blida, l'abattage est effectué pendant six journées par semaine. Par conséquent, le nombre total de carcasses à échantillonner serait de 30 carcasses, soit cinq carcasses bovines pendant six séances.

A partir des statistiques d'abattage de l'année 2006 (ceux de 2007 n'étaient pas disponibles), il apparaît que l'abattage de bovins pendant certains jours n'excède guère un sujet alors que pour d'autres jours l'établissement assure la production de 28 carcasses bovines (Cf. appendice E). Pour palier à cette première contrainte, nous avons procédé au tirage systématique des carcasses à échantillonner (tableau 6.3); les prélèvements effectués sur la carcasse du premier bovin abattu ont été suivi par d'autres sur une deuxième carcasse après  $n$  bovins abattus ( $1+n$ ) ;  $n$  étant égale à deux; puis sur une troisième carcasse après  $2n$  ( $1+2n$ ) bovins abattus, et on a procédé ainsi jusqu'au dernier bovin abattu.

Comme le diagnostic bactériologique impose trois jours minimum, nous avons adopté le protocole de collecte des échantillons de six semaines, en modifiant chaque semaine le jour d'échantillonnage de manière à couvrir tous les jours d'exploitation de l'abattoir.

Tableau 6.3 : Tirage systématique des carcasses à échantillonner.

Jour	Samedi 29/03/2008	Dimanche 06/04/2008	Lundi 14/04/2008	Mardi 22/04/2008	Mercredi 30/04/2008	Jeudi 08/05/2008
Bovins abattus	12	09	05	11	10	09
Bovins tirés au sort	06	05	03	06	05	05

#### 6.2.2.1.2. Matériel d'échantillonnage:

Nous avons utilisé des éponges ménagères (lavettes) d'une dimension de 14 cm x 14 cm, vendues sur le marché Algérien, pour la réalisation des prélèvements. Ces éponges, d'une surface de 196 cm<sup>2</sup>, supérieure à la surface recommandée pour l'échantillonnage des carcasses bovines (100 cm<sup>2</sup> par zone d'échantillonnage); présentent à leurs surfaces un certain degré d'abrasivité (figure 6.4).



Figure 6.4 : Lavette utilisée pour l'échantillonnage.

#### 6.2.2.2. Matériel de laboratoire :

Il s'agit des équipements d'un laboratoire de microbiologie alimentaire. Les appareils, les milieux de culture et les réactifs utilisés dans le présent travail sont reportés en annexes (Cf. appendice D).

#### 6.2.3. METHODES :

##### 6.2.3.1. Choix de la méthode d'échantillonnage:

Sur la base d'une synthèse bibliographique, notre choix s'est porté sur la méthode non destructive pour les raisons suivantes :

- Difficulté voire impossibilité de pratiquer l'excision qui diminue la valeur des carcasses. Les viandes sont en général vendues en carcasses et ne

subissent pas une transformation, les carcasses doivent donc rester intactes.

- La méthode non destructive présente moins de risques de contamination que ceux occasionnés par la méthode destructive qui comporte beaucoup de manipulations et requiert une grande habilité professionnelle.

#### 6.2.3.2. Choix du moment d'échantillonnage pendant le processus d'abattage :

Au vu des pratiques d'abattage exercées, notre choix s'est porté sur le moment où les demi-carcasses sont au niveau de l'aire d'entreposage pour recueillir les échantillons (figure 6.5).



Figure 6.5 : Le moment d'échantillonnage.

#### 6.2.3.3. Evaluation des carcasses :

En l'absence d'une réglementation Algérienne, une synthèse bibliographique des travaux sur le sujet a été réalisée et a permis de répertorier les principaux germes recherchés sur les carcasses bovines qui sont rapportés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.4 : Travaux rapportant les germes recherchés sur les carcasses bovines.

Auteurs	Germes recherchés	Pays
Sumner <i>et al</i> [152]	germes aérobies totaux et <i>E.coli</i>	Australie
Mc Evoy <i>et al</i> [98]	germes aérobies totaux, Coliformes totaux et entérobactéries.	Irlande
Byrne <i>et al</i> [89]	germes aérobies totaux et entérobactéries	Irlande
Pearce et Bolton [99]	germes aérobies totaux et entérobactéries	Irlande
Murray <i>et al</i> [87]	levures et moisissures, germes aérobies totaux et entérobactéries	Irlande du Nord
Miraglia <i>et al</i> [108]	aérobies totaux et entérobactéries	Italie
Oumokhtar <i>et al</i> [153]	germes aérobies totaux, Coliformes thermo-tolérants, <i>Salmonella</i> , <i>Yersinia</i> .	Maroc
Dennai <i>et al</i> [157]	germes aérobies totaux, Coliformes thermo-tolérants, staphylocoques et <i>Salmonella</i>	Maroc
Hansson [101]	germes aérobies totaux, Coliformes totaux, <i>E.coli</i> et staphylocoques coagulase positive	Suède
Sofos <i>et al</i> [109]	germes aérobies totaux, Coliformes totaux, <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i>	USA
Bacon <i>et al</i> [93]	germes aérobies totaux, Coliformes totaux, <i>E.coli</i>	USA
Ingham et Schmidt [94]	<i>E.coli</i> , entérocoques	USA
Arthur <i>et al</i> [154]	germes aérobies totaux, entérobactéries et <i>E.coli</i> O157	USA
Eblen <i>et al</i> [96]	<i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> .	USA

Notre choix s'est limité à la recherche des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tolérants, d'*Escherichia coli* et des *Salmonelles* en tenant compte des moyens disponibles dans le laboratoire, d'une part ; de la méthode utilisée en République Fédérale Suisse [83] qui repose sur les critères suivants :

- Absence de *Salmonelles* à la surface examinée de la carcasse.
- *Entérobactériaceae*, où les limites tolérées pour cette flore sont :  $m = 1 \log \text{ ufc/cm}^2$  et  $M = 2 \log \text{ ufc/cm}^2$ .

Le calcul du logarithme moyen quotidien pour chaque espèce de germe est déterminé par le calcul du logarithme décimal (log) de chacun des résultats. Il s'agit ensuite d'établir la moyenne arithmétique pour les Entérobactéries des logarithmes des carcasses échantillonnées [83].



Figure 6.6 : Critères bactériologiques tolérés pour les *Entérobactériaceae* (carcasses bovines).

La qualité bactériologique des carcasses est :

- Satisfaisante (S) ; lorsque la charge bactérienne moyenne quotidienne est  $\leq$  à 1 log ufc/cm<sup>2</sup>.
- Acceptable (A) ; lorsque la charge bactérienne moyenne quotidienne se situe entre 1 et 2 log ufc/cm<sup>2</sup>.
- Insatisfaisante (IS), lorsque la charge bactérienne moyenne quotidienne est  $>$  à 2 log ufc/cm<sup>2</sup>.

#### 6.2.3.4 Prélèvements :

Les informations relatives à l'échantillon, inscrites sur les sacs stomachers ont portées sur :

- Le numéro d'ordre d'abattage du bovin pendant la séance d'échantillonnage.
- Le sexe (V : vache, T : Taureau, Ta : Taurillon, Ve : velle, Va : Veau).
- La zone échantillonnée de la carcasse (Col : collier, poi : poitrine, par : partie arrière du rumsteck).

Les prélèvements ont été réalisés par l'application d'une lavette sèche, préalablement stérilisé à 180°C pendant 30 minutes, sur chaque zone de la carcasse à échantillonner (figure 6.7). Tout en exerçant une pression sur la lavette, des mouvements de va et viens ont été effectués 10 fois de façon horizontale, 10 fois de façon verticale et 10 fois en diagonale.



Figure 6.7 : Prélèvement sur la partie arrière du rumsteck

Les lavettes de chaque zone des deux demi-carcasses, déposées dans un sac stomacher ; sont additionnées de 100 ml d'eau péptonée tamponnée. Le sac est ensuite hermétiquement fermé par un ruban adhésif puis placé dans une glacière comportant des poches de glace.

À la fin de chaque séance d'échantillonnage, les prélèvements ainsi stockés sont acheminés au laboratoire d'analyse (figure 6.8 : A et B) où ils sont traités.



Figure 6.8 : Fermeture d'un sac stomacher par un ruban adhésif et acheminement au laboratoire d'analyse.

### 6.2.3.5. Analyses bactériologiques :

Les méthodes utilisées dans le présent travail ont été choisies parmi les techniques de référence employées pour les contrôles officiels, en particulier, lorsqu'il y a des répercussions sur la santé publique, se résument à :

1. La préparation des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique à partir de suspensions mères : Méthode NF V-057-2 (Microbiologie alimentaire).
2. Le dénombrement des Coliformes totaux, thermo-tolérants, et d'*E.coli*.
  - 2.a. Le dénombrement des Coliformes totaux par comptage des colonies obtenues à 30°C : Méthode NF V 08-050.
  - 2.b. Le dénombrement des Coliformes thermo-tolérants par comptage des colonies obtenues à 44°C : Méthode NF V 08-060.
  - 2.c. Le dénombrement d'*Escherichia coli* : Méthode NF V 08-017 (annexe à NF V 08-015 et NF V 08-016).
3. La recherche de *Salmonella spp* : Norme NF V 08-052 relative à la méthode de routine pour la recherche de *Salmonella*.

#### 6.2.3.5.1. Préparation des dilutions décimales:

Les échantillons sont homogénéisés au moyen d'un appareil stomacher (figure 6.9) pendant deux minutes.



Figure 6.9 : Homogénéisation des échantillons.

La suspension obtenue ou la suspension mère (SM), a été transféré le plus aseptiquement possible (près d'un bec bunsen) dans des flacons stériles portant les informations du sac stomacher (figure 6.10).



Figure 6.10 : Récupération de la suspension mère.

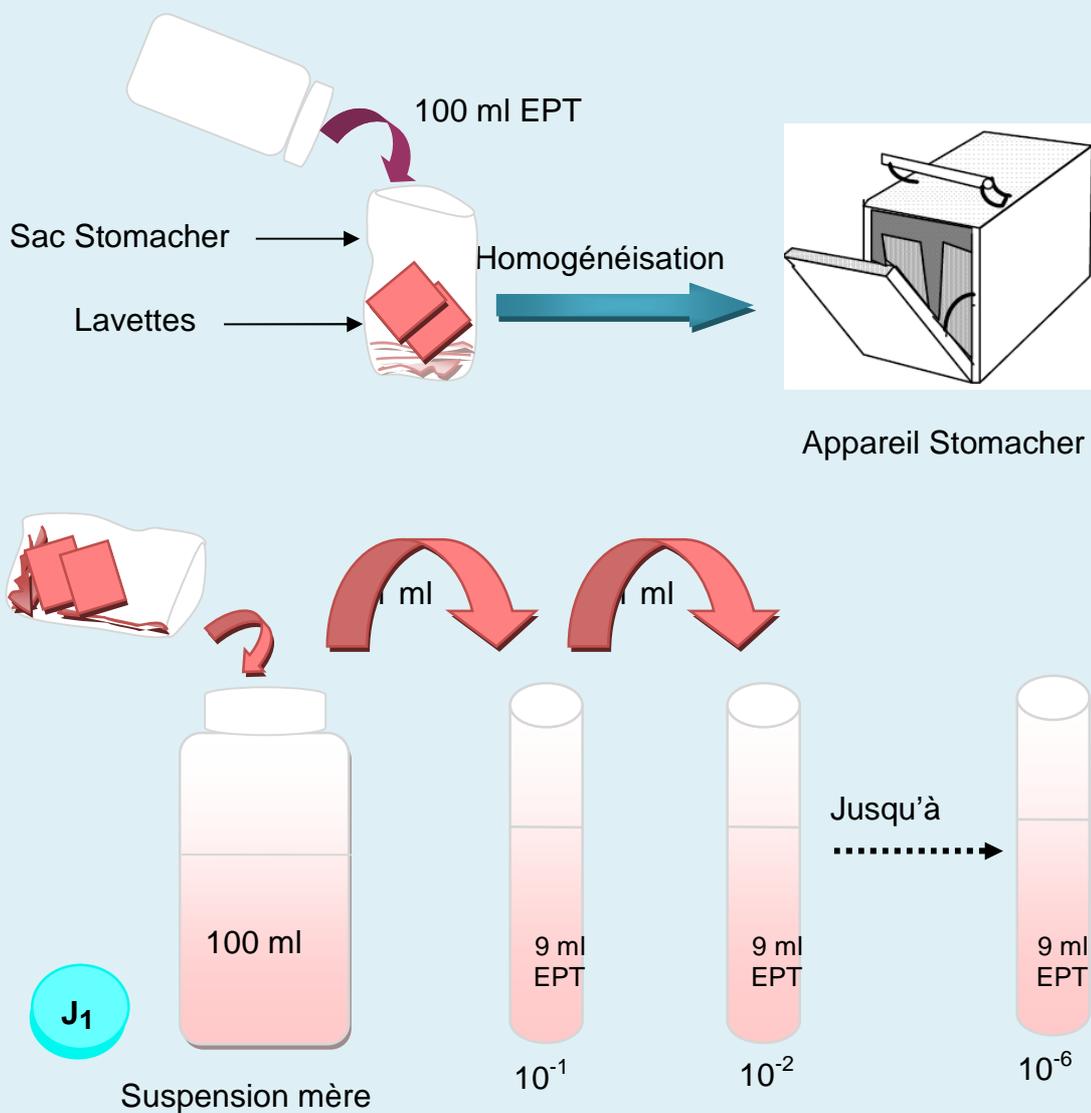
A partir de cette suspension mère, nous avons réalisé une série de dilutions.

**J<sub>1</sub> :**

Dilution au 1/10 ou  $10^{-1}$  : à partir de la SM, prélever 1 ml et déposer dans un tube à vis contenant 9 ml de TSE.

- Dilution au 1/100 ou  $10^{-2}$  : à partir de la dilution  $10^{-1}$ , prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de TSE.
- Dilution au 1/1000 ou  $10^{-3}$ , 1/10000 ou  $10^{-4}$ , 1/100000 ou  $10^{-5}$ , 1/1000000 ou  $10^{-6}$ , refaire comme cité précédemment.

Figure 6.11 : Logigramme de la préparation des dilutions décimales.



#### 6.2.3.5.2. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants :

La durée de la méthode de dénombrement des Coliformes est de 24h à 48h.

##### **J<sub>1</sub> : Ensemencement en profondeur :**

A partir de chaque dilution décimale, deux boites de pétries portant les mentions du tube de la dilution ont étéensemencées.

Dans chacune des boites de pétri, un millilitre a été prélevé et mis en culture en profondeur, ensuite la gélose VRBL préalablement fondue et mises dans un bain marie ayant une température de 56°C, a été immédiatement versée dans les boites jusqu'à atteinte d'une épaisseur de 4 mm (figure 6.12). L'inoculum est ensuite homogénéisé par agitation des boites en forme de huit. Après que la gélose s'est solidifiée, une boite a été incubée dans une étuve réglée préalablement à 44°C pour la recherche des Coliformes thermo-tolérants, tandisque l'autre a été incubée à 30°C pour la recherche des Coliformes totaux.



Figure 6.12 : Ensemencement en profondeur.

##### **J<sub>2</sub> - J<sub>3</sub> : Incubation.**

**J<sub>4</sub> : Dénombrement :**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies violettes d'un diamètre de 0.5 à 1 mm ayant poussé en masse aussi bien dans les boîtes incubées à 37°C qu'à 44°C (figure 6.13). Retenir si possible, les boîtes de deux dilutions successives contenant entre 15 et 150 colonies. Le dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants se calcule avec la même formule, le calcul du nombre N des Coliformes par cm<sup>2</sup> de la surface prélevée en tant que moyenne pondérée se fait à l'aide de la formule suivante:

$$N = \frac{\Sigma c}{1.1 \times d}$$

où:

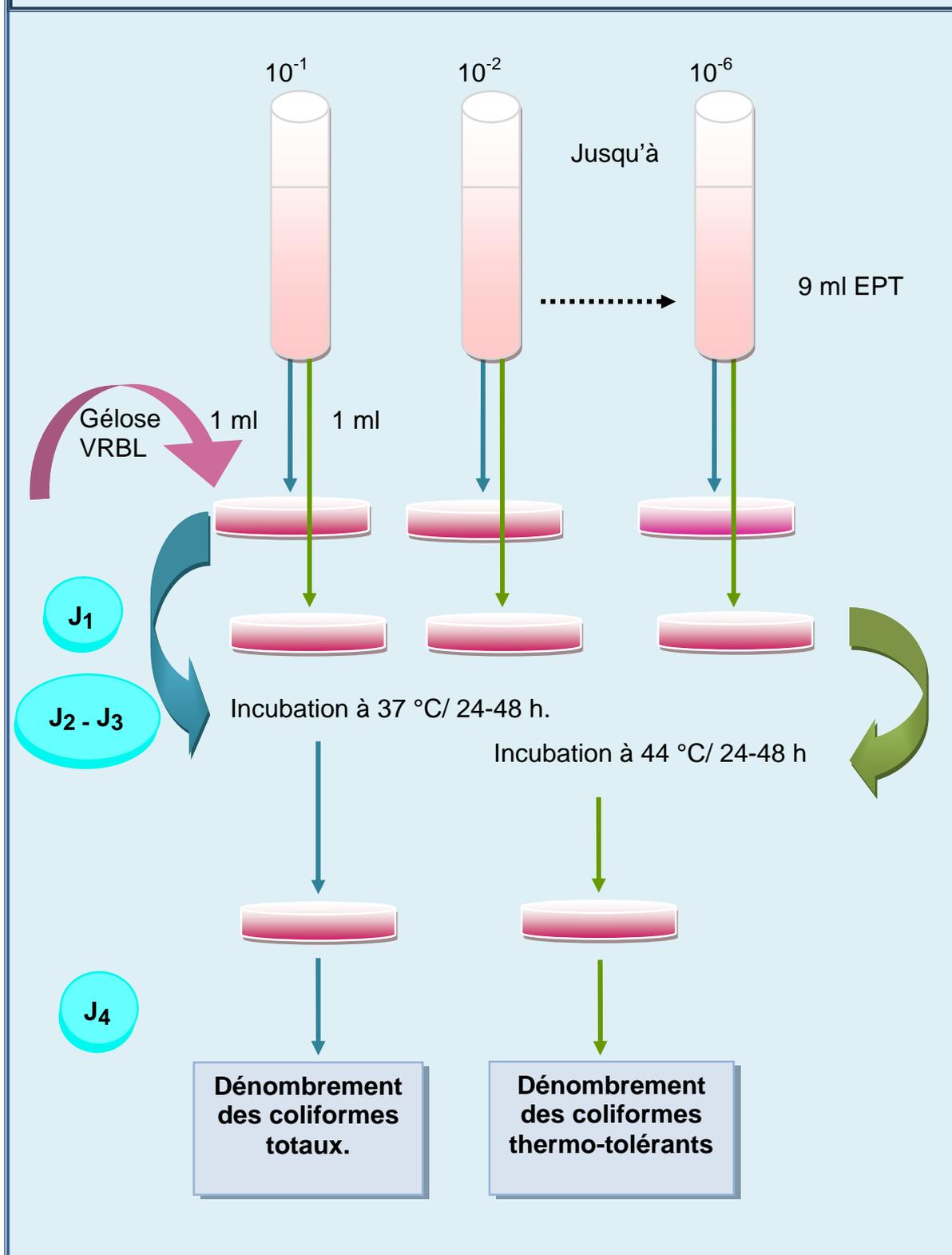
$\Sigma c$  : est la somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.



Figure 6.13 : Dénombrement des Coliformes totaux et thermo-tolérants.

Figure 6.14 : Logigramme de la recherche et du dénombrement des coliformes totaux et thermo-tolérants.



### 6.2.3.5.3. Recherche, identification et dénombrement des *Escherichia coli* :

Suite au dénombrement des Coliformes thermo-tolérants après 24 h à 48 h d'incubation à 44°C, on a procédé comme suit pour l'identification et le dénombrement d'*E.coli*:

#### **J<sub>3</sub> :**

A partir de chaque boîte contenant entre 15 et 150 colonies caractéristiques, trois colonies ont été repiquées dans un bouillon nutritif et incubées à 37°C pendant 24H.

#### **J<sub>4</sub> : Incubation.**

#### **J<sub>5</sub> : Isolement :**

Après incubation, l'isolement d'*E.coli* a été réalisé sur gélose nutritive.

#### **J<sub>6</sub> : Identification et dénombrement des *Escherichia coli* :**

##### **o Identification des *Escherichia coli* :**

Après coloration de GRAM, les trois souches isolées ont été identifiées par galerie classique; les caractères biochimiques d'*E.coli* sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 6.5 : Caractères biochimiques d'*E.coli*.

CAT	OX	GLU	H <sub>2</sub> S	GAZ	NIT	VP	RM	URE	TDA	IND	CIT	LDC	ONPG
+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+/-	+

o **Dénombrement des *Escherichia coli* :**

Après identification, le dénombrement des *Escherichia coli* se fait en calculant, si possible, pour chacune des boîtes, le nombre (a) d'*Escherichia coli* identifiées selon l'équation suivante :

$$a = \frac{b \times C}{A}$$

où :

b : nombre de colonies caractéristiques répondant aux critères d'identification.

C : nombre total de colonies caractéristiques sur la boîte.

A : nombre de colonies caractéristiques repiquées.

a : nombre d'*Escherichia coli* identifiés.

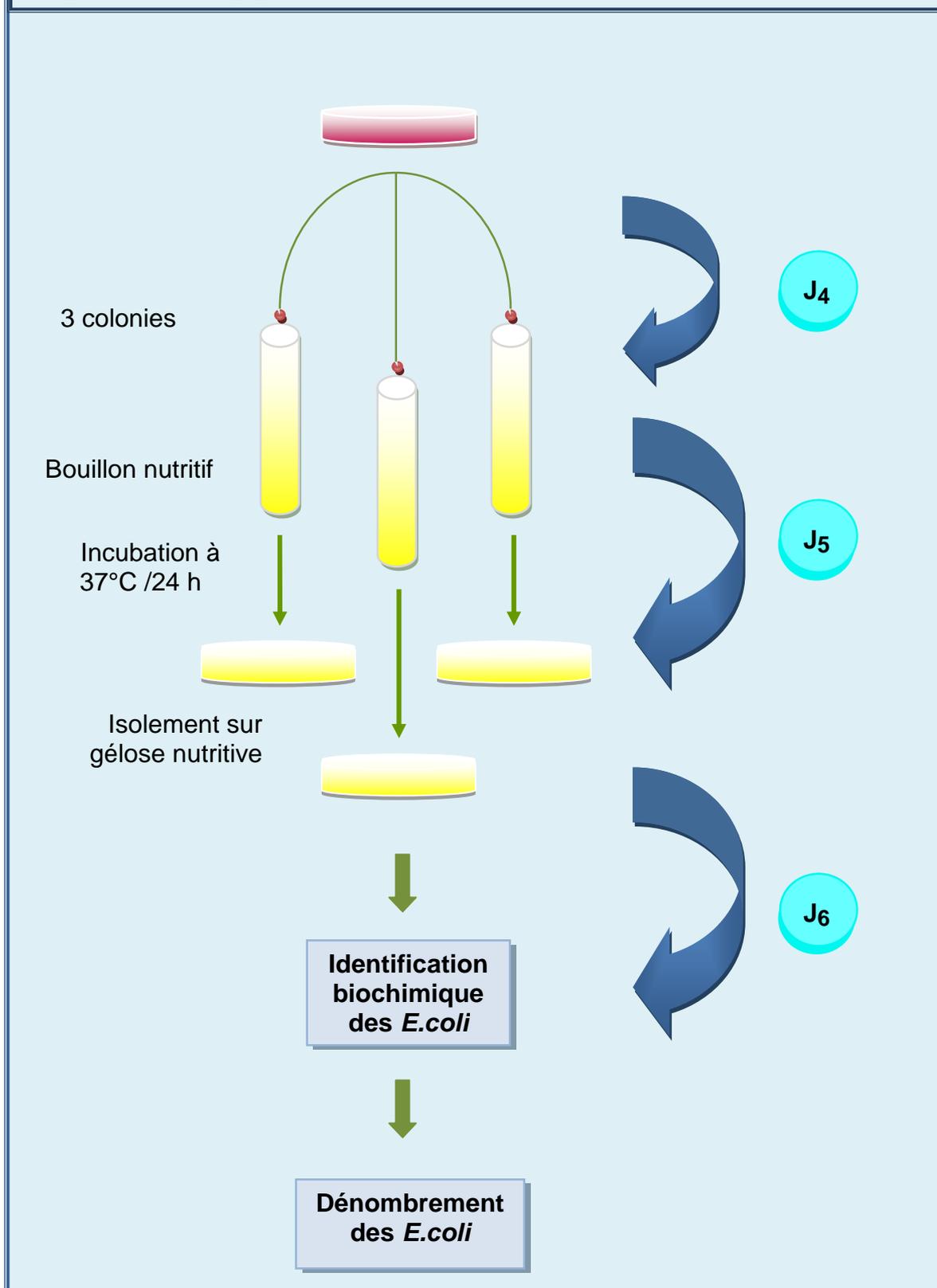
Le chiffre N d'*Escherichia coli* identifiés présents dans l'échantillon, est ensuite calculé en tant que moyenne pondérée, à partir de deux dilutions successives si possible, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum a}{1,1 \times d}$$

où :

$\sum a$  : est la somme des colonies répondant aux critères d'identification sur les boîtes retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

**Figure 6.15 : Logigramme de la recherche et du dénombrement d'*E.coli*.**

#### 6.2.3.5.4. Recherche des Salmonelles :

Après homogénéisation du prélèvement et préparation des dilutions décimales, la suspension restante suit les étapes suivantes pour la recherche des Salmonelles:

##### **J<sub>1</sub> : Pré-enrichissement :**

Pour la recherche des Salmonelles, la suspension de l'inoculum doit subir un pré-enrichissement, les flacons sont mis dans une étuve réglée à une température de 37°C pendant 24h (figure 6.16).



Figure 6.16 : Pré-enrichissement

##### **J<sub>2</sub> : Enrichissement :**

En vue de la recherche des Salmonelles l'enrichissement se fait par ensemencement à l'aide d'une micropipette d'un millilitre de la suspension pré-enrichie dans un tube contenant du bouillon sélénite auquel on a ajouté au préalable un disque SFB S/C (figure 6.17). Les tubes sont ensuite incubés pendant 24H dans une étuve à 37°C.



Figure 6.17 : Enrichissement.

### **J<sub>3</sub> : Isolement :**

Après enrichissement de l'inoculum dans le bouillon sélénite, on a procédé à l'isolement des Salmonelles sur la gélose Hektoen préalablement fondue et remplie dans des boîtes de pétrie (figure 6.18), les boîtes ont été ensuite incubées dans une étuve pendant 24H à 37°C.

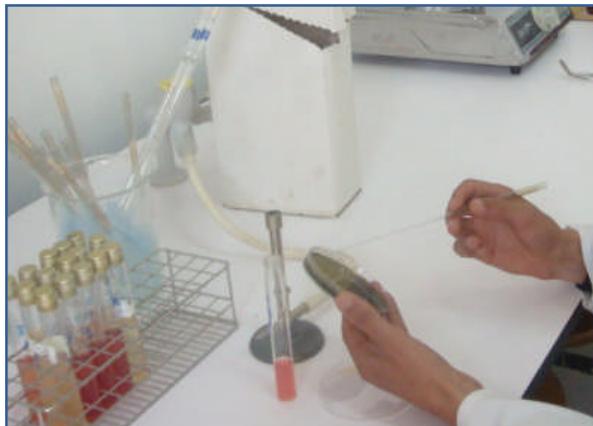


Figure 6.18 : Isolement des Salmonelles sur le milieu Hektoen.

### **J<sub>4</sub> : Lecture et identification :**

- **Lecture :**

Les colonies suspectes de Salmonelles sont repérées par l'observation minutieuse des colonies bactériennes poussant dans la boîte de pétrie; sur Hektoen, les

colonies de Salmonelles sont caractéristiques, elles sont de couleur verte ou bleu avec ou sans centre noir (figure 6.19).



Figure 6.19: Colonies suspectes de Salmonelles.

○ **Identification :**

Pour l'identification des souches suspectes d'être des Salmonelles, nous avons utilisé le système Api (Api 20 E)

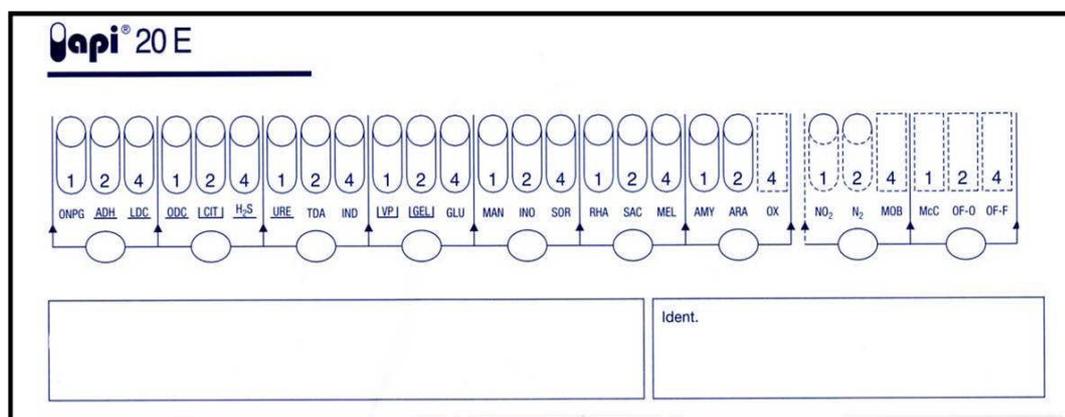
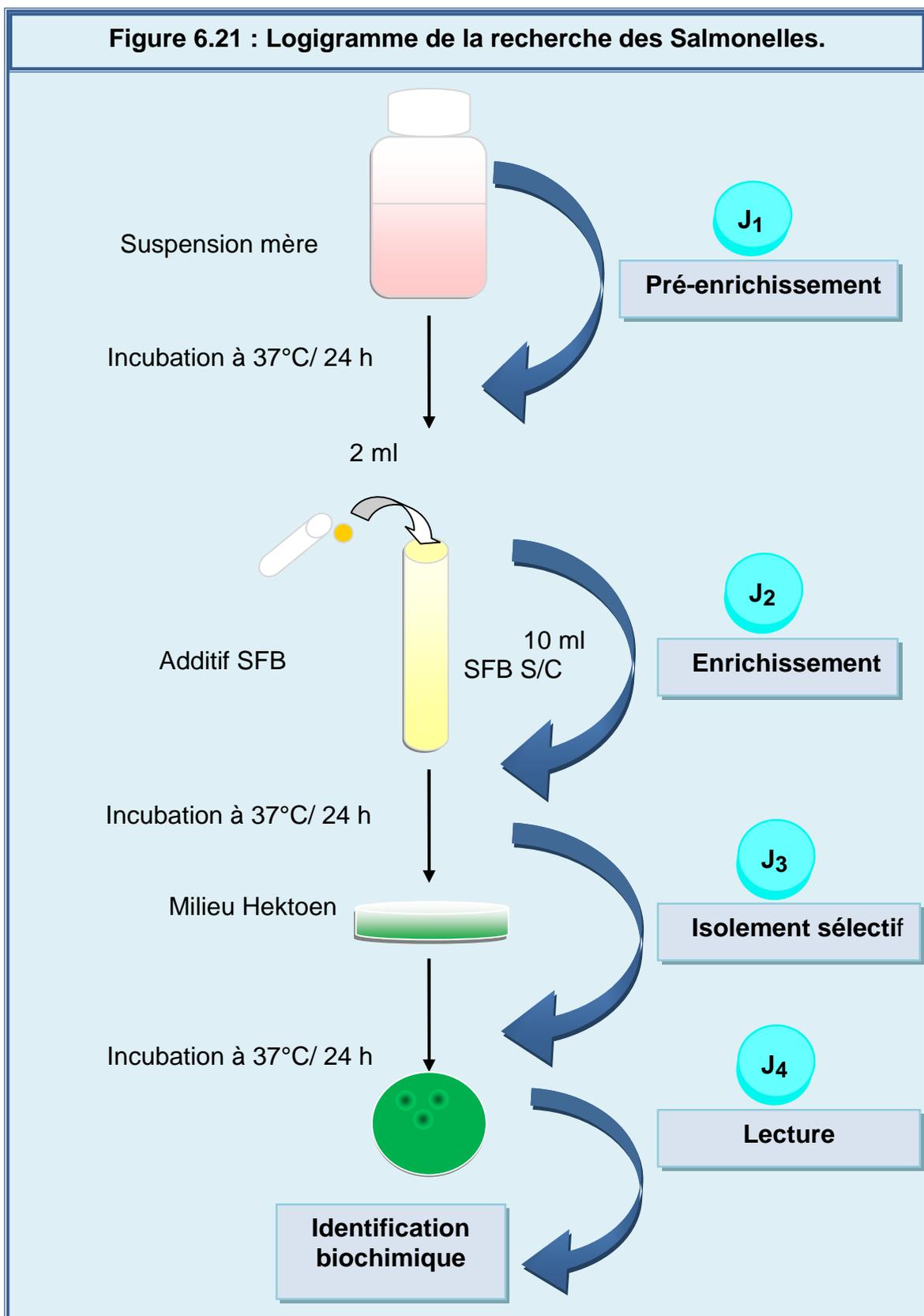


Figure 6.20 : Galerie Api 20E.

○ **Lecture de la galerie Api 20E:**

L'ensemble des réactions obtenues sur les fiches résultats sont codées en un profil numérique. Avec le tableau d'identification le germe en question est ressorti par comparaison des résultats des réactions notées sur les fiches résultats avec celles du tableau.

Figure 6.21 : Logigramme de la recherche des Salmonelles.



#### 6.2.3.5.5. Identification des souches autres que les Entérobactéries :

Les souches ne fermentant pas le lactose autres que les entérobactéries ont été également identifiées à l'aide du système Api (Api 20 NE).

### 6.3. RESULTATS :

Les résultats détaillés de la recherche des Coliformes totaux, des Coliformes thermo-tolérants, d'*Escherichia coli* et des *Salmonelles* pour les 90 échantillons analysés sont rapportés en annexe (Cf. appendice F).

Une synthèse des résultats de la recherche des flores des échantillons est rapportée dans le tableau ci dessous.

Tableau 6.6 : Résultats de la recherche des flores pour les 90 échantillons analysés.

	Coliformes totaux		Coliformes thermo-tolérants		<i>E.coli</i>		<i>Salmonella</i>	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Absence	38	42,23	50	55,56	72	80	90	100
Présence	52	57,77	40	44,44	18	20	0	0

n : nombre d'échantillons.

Il en ressort :

- L'absence des *Salmonelles* dans l'ensemble des échantillons analysés.
- La présence, c'est à dire la contamination par les Coliformes totaux (57,77%), les Coliformes thermo-tolérants (44,44%) et *Escherichia coli* (20%).

#### 6.3.1. Identification des colonies suspectes de *Salmonelles* :

Dans la présente étude, l'identification des colonies suspectes de *Salmonelles* (caractéristiques) a aboutie à la caractérisation des espèces rapportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.7 : Résultats de l'identification biochimique des colonies suspectes d'être des Salmonelles.

Numéros d'ordre	Souches identifiées
01	<i>Pseudomonas putida</i>
02	<i>Pseudomonas putida</i>
03	<i>Pseudomonas putida</i>
04	<i>Proteus morganii</i>
05	<i>Pseudomonas putida</i>
06	<i>Pseudomonas putida</i>
07	<i>Proteus morganii</i>
08	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
09	<i>Pasteurella pneumotropica</i>
10	<i>Pseudomonas putida</i>
11	<i>Pseudomonas putida</i>
12	<i>Erwinia spp</i>
13	<i>Erwinia spp</i>
14	<i>Pseudomonas putida</i>
15	<i>Proteus morganii</i>
16	<i>Pseudomonas putida</i>

Les résultats montrent une distribution des 16 souches comme suit : 10 ont été identifiées au genre *Pseudomonas*, 03 au genre *Proteus*, 02 au genre *Erwinia*, et une au genre *Pasteurella*.

### 6.3.2. Résultats du dénombrement des Coliformes totaux, des Coliformes thermotolérants et *Escherichia coli* (flores) :

Les résultats des dénombrements bactériens ont révélé les charges bactériennes rapportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.8 : Charges bactériennes des échantillons analysés.

Charges Bactériennes	Flores	Coliformes totaux (germes/cm <sup>2</sup> )	Coliformes thermo-tolérants (germes/cm <sup>2</sup> )	<i>E.coli</i> (germes/cm <sup>2</sup> )
Charge minimale		$1,5 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^1$
Charge moyenne		$1,8 \cdot 10^7$	$3,23 \cdot 10^5$	$1,74 \cdot 10^2$
Charge maximale		$2,7 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^7$	$9,4 \cdot 10^3$

Les résultats montrent que la charge moyenne des :

- Coliformes totaux est de  $1,8 \cdot 10^7$  germes/cm<sup>2</sup> ( $1,5 \cdot 10^2$  germes/cm<sup>2</sup> vs  $2,7 \cdot 10^8$  germes/cm<sup>2</sup>).
- Coliformes thermo-tolérants est de  $3,23 \cdot 10^5$  germes/cm<sup>2</sup> ( $1,4 \cdot 10^2$  germes/cm<sup>2</sup> vs  $1,8 \cdot 10^7$  germes/cm<sup>2</sup>).
- *Escherichia coli* est de  $8,73 \cdot 10^2$  germes/cm<sup>2</sup> ( $2,5 \cdot 10^1$  germes/cm<sup>2</sup> vs  $9,4 \cdot 10^3$  germes/cm<sup>2</sup>).

Une représentation graphique des résultats de la recherche des flores est rapportée par la figure suivante :

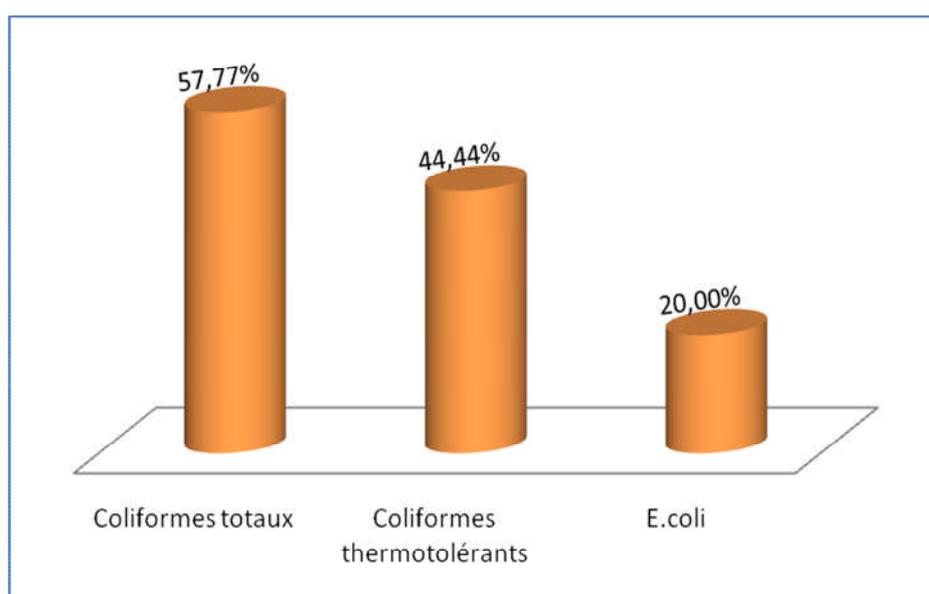


Figure 6.22 : Résultats de la recherche des flores.

### 6.3.3. Distribution des flores en fonction des régions :

La répartition des résultats de la recherche et du dénombrement des flores en fonction du site de prélèvement est rapportée dans le tableau suivant :

Le traitement des résultats par site de prélèvement montre que :

- Le collier est la région la plus contaminée avec un taux de 70% pour les Coliformes totaux, 63,33% pour les Coliformes thermo-tolérants et 36,67% des échantillons présentent *E.coli*.
- la partie arrière du rumsteck est la deuxième région dans le degré de contamination (Coliformes totaux : 56,66%, Coliformes thermo-tolérants : 33,33% et *E.coli* : 16,67%).
- La région de la poitrine occupe la dernière position avec 46,66%, 36,67% et 6,67% pour les Coliformes totaux, Coliformes thermo-tolérants et *E. coli* respectivement.

Pour ce qui est des charges bactériennes, il en ressort que :

- Pour les Coliformes totaux, c'est la région de la poitrine qui présente la charge moyenne la plus importante avec  $6,4 \cdot 10^4$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $1,5 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $2,6 \cdot 10^8$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; suivie par la région de la partie arrière du rumsteck avec  $3,1 \cdot 10^4$  germes/ $\text{cm}^2$ ; ( $2,9 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $2,7 \cdot 10^8$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; puis la région du collier avec  $1,3 \cdot 10^4$  germes/ $\text{cm}^2$ ; ( $1,5 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $2,4 \cdot 10^8$  germes /  $\text{cm}^2$ ).
- Pour les Coliformes thermo-tolérants, c'est la région de la partie arrière du rumsteck qui présente la charge moyenne la plus importante avec  $4,9 \cdot 10^3$  germes/ $\text{cm}^2$ ; ( $5,5 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $1,8 \cdot 10^7$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; suivie par la région de la poitrine avec  $3,8 \cdot 10^3$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $1,4 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $2,3 \cdot 10^6$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; puis la région du collier avec  $1,4 \cdot 10^3$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $1,4 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $7,3 \cdot 10^6$  germes /  $\text{cm}^2$ ).
- Pour *E.coli*, c'est la région de la poitrine qui présente la charge moyenne la plus importante avec  $5,1 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $3,4 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $3,4 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; suivie par la région de la partie arrière du rumsteck avec

$2,8 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $1,5 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $2,5 \cdot 10^3$  germes /  $\text{cm}^2$ ) ; puis la région du collier avec  $2,6 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$ ; ( $0,5 \cdot 10^2$  germes /  $\text{cm}^2$  vs  $9,4 \cdot 10^3$  germes /  $\text{cm}^2$ ).

Il est à noter que les charges maximales sont variables :

- Pour les Coliformes totaux, les charges maximales de contamination sont importantes et sont très voisines pour les différentes régions.
- Pour les Coliformes thermo-tolérants, la région de la partie arrière du rumsteck présente une valeur maximale plus élevée à celle des deux autres régions.
- Pour *E.coli*, c'est la région du collier qui donne la charge la plus élevée.

Tableau 6.9 : Distribution des flores en fonction des régions.

Régions	Coliformes totaux (germes/cm <sup>2</sup> )					Coliformes thermo-tolérants (germes/cm <sup>2</sup> )					<i>Escherichia coli</i> (germes/cm <sup>2</sup> )				
	n	%	Ch min	Ch moy	Ch max	n	%	Ch min	Ch moy	Ch max	n	%	Ch min	Ch moy	Ch max
Col	21	70,00	1,5.10 <sup>2</sup>	1,3.10 <sup>4</sup>	2,4.10 <sup>8</sup>	19	63,33	1,4.10 <sup>2</sup>	1,4.10 <sup>3</sup>	7,3.10 <sup>6</sup>	11	36,67	0,5.10 <sup>2</sup>	2,6.10 <sup>2</sup>	9,4.10 <sup>3</sup>
Poi	14	46,66	1,5.10 <sup>2</sup>	6,4.10 <sup>4</sup>	2,6.10 <sup>8</sup>	11	36,67	1,4.10 <sup>2</sup>	3,8.10 <sup>3</sup>	2,3.10 <sup>6</sup>	02	6,67	3,4.10 <sup>2</sup>	5,1.10 <sup>2</sup>	3,4.10 <sup>2</sup>
Par	17	56,66	2,9.10 <sup>2</sup>	3,1.10 <sup>4</sup>	2,7.10 <sup>8</sup>	10	33,33	5,5.10 <sup>2</sup>	4,9.10 <sup>3</sup>	1,8.10 <sup>7</sup>	05	16,67	1,5.10 <sup>2</sup>	2,8.10 <sup>2</sup>	2,5.10 <sup>3</sup>

Col : Collier ; Poi : Poitrine ; Par : Partie arrière du rumsteck ; Ch min : Charge minimale ; Ch moy : Charge moyenne; Ch max : Charge maximale.

#### 6.3.4. Taux de contamination des carcasses :

Le groupement des résultats bactériologiques des régions de chaque carcasse permet de mettre en évidence le nombre des carcasses contaminées. Ces résultats sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 6.10 : Taux de contamination des carcasses.

Flores	C. tot		C. therm		E. coli		C. tot+C. therm		C. tot+C. therm + E. coli	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Absence	08	26,67	10	33,34	15	50	10	33,34	15	50
Présence	22	73,33	20	66,66	15	50	20	66,66	15	50

n : nombre de carcasses. C. tot : Coliformes totaux. C. therm : Coliformes thermo-tolérants.

Il en ressort que :

- 08 carcasses (26,67%) ne sont contaminées par aucune des flores recherchées.
- 22 carcasses (73,33%) sont contaminées par les Coliformes totaux. Ce résultat représente également le taux de contamination des carcasses par une flore au moins étant donné que les Coliformes totaux ont été présents sur toutes les carcasses contaminées par les autres flores trouvées.
- 20 carcasses (66,66%) sont contaminées par les Coliformes thermo-tolérants. Ce résultat représente également le taux simultané de contamination des carcasses par les Coliformes totaux et les Coliformes thermo-tolérants.
- 15 carcasses (50%) sont contaminées par *E.coli*. Ce résultat représente également le taux de la contamination simultanée des carcasses par les Coliformes totaux, les Coliformes thermo-tolérants et *E.coli*.

La représentation graphique des taux de contamination des carcasses est rapportée par la figure suivante :

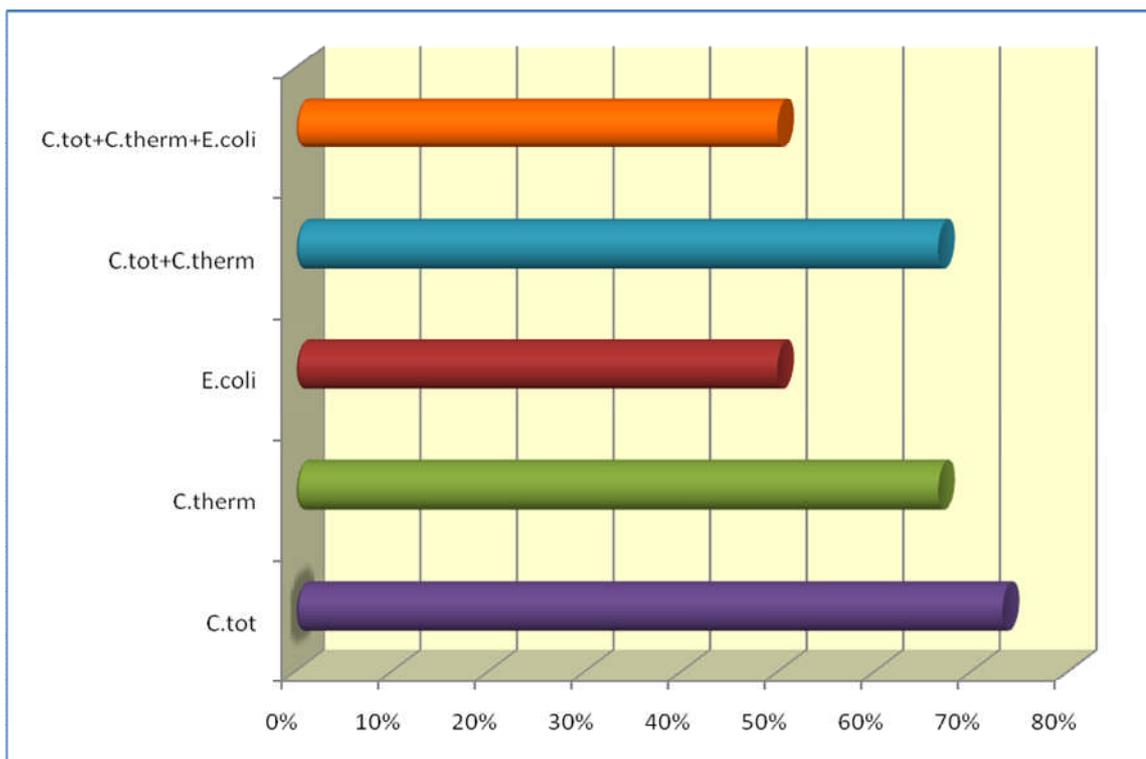


Figure 6.23 : Taux de contamination des carcasses.

#### 6.3.5. Charges bactériennes des carcasses contaminées :

Les charges bactériennes obtenues, par régions et carcasses, sont rapportées en annexe (Cf. appendice G).

La moyenne arithmétique des charges bactériennes des régions de chaque carcasse représente la charge bactérienne moyenne de cette carcasse.

Les charges bactériennes des carcasses sont rapportées dans le tableau suivant :

Tableau 6.11 : Charges bactériennes des carcasses.

N° carcasse	Coliformes Totaux (germes/cm <sup>2</sup> )	Coliformes Thermo-tolérants (germes/cm <sup>2</sup> )	<i>E.coli</i> (germes/cm <sup>2</sup> )	Charge moyenne (germes/cm <sup>2</sup> )	Charge moyenne (log ufc/cm <sup>2</sup> )
01	0	0	0	0	0
02	0	0	0	0	0
03	0	0	0	0	0
04	0	0	0	0	0
05	1,46. 10 <sup>3</sup>	1,16. 10 <sup>3</sup>	6,66. 10 <sup>2</sup>	1,1.10 <sup>3</sup>	3,04
06	5. 10 <sup>2</sup>	3,63. 10 <sup>2</sup>	0,5. 10 <sup>2</sup>	3,0.10 <sup>2</sup>	2,47
07	0	0	0	0	0
08	3,8. 10 <sup>2</sup>	2,76. 10 <sup>2</sup>	0	2,2.10 <sup>2</sup>	2,34
09	2,86. 10 <sup>3</sup>	0	0	9,7.10 <sup>2</sup>	2,98
10	0	0	0	0	0
11	1,2. 10 <sup>2</sup>	4,6.10 <sup>1</sup>	0,3. 10 <sup>2</sup>	9,6.10 <sup>1</sup>	1,98
12	0	0	0	0	0
13	2,5. 10 <sup>2</sup>	9,6.10 <sup>1</sup>	0,73. 10 <sup>2</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	2,14
14	2,23. 10 <sup>2</sup>	1,0. 10 <sup>2</sup>	1,0. 10 <sup>2</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	2,14
15	4,0. 10 <sup>3</sup>	3,13. 10 <sup>3</sup>	3,13. 10 <sup>3</sup>	3,4.10 <sup>3</sup>	3,53
16	4,2.10 <sup>7</sup>	1,8. 10 <sup>4</sup>	0	1,4.10 <sup>7</sup>	7,14
17	1,57.10 <sup>8</sup>	2,8.10 <sup>6</sup>	3,0. 10 <sup>2</sup>	5,4.10 <sup>7</sup>	7,73
18	1,05.10 <sup>8</sup>	6,0. 10 <sup>3</sup>	0	3,5.10 <sup>7</sup>	7,54
19	1,69.10 <sup>8</sup>	1,84. 10 <sup>4</sup>	0	5,6.10 <sup>7</sup>	7,74
20	6,63.10 <sup>7</sup>	8,47.10 <sup>5</sup>	8,3. 10 <sup>2</sup>	2,2.10 <sup>7</sup>	7,34
21	5,9. 10 <sup>2</sup>	2,33. 10 <sup>2</sup>	0	2,7.10 <sup>2</sup>	2,43
22	1,26. 10 <sup>3</sup>	7,5. 10 <sup>2</sup>	1,0. 10 <sup>2</sup>	7,1.10 <sup>2</sup>	2,85
23	1,43. 10 <sup>4</sup>	6,8. 10 <sup>2</sup>	3,3. 10 <sup>2</sup>	5,0.10 <sup>3</sup>	3,69
24	0	0	0	0	0
25	6,11. 10 <sup>3</sup>	5,46. 10 <sup>2</sup>	1,3. 10 <sup>2</sup>	2,3.10 <sup>3</sup>	3,36
26	2,3. 10 <sup>5</sup>	2,6. 10 <sup>3</sup>	1,5. 10 <sup>2</sup>	7,7. 10 <sup>4</sup>	4,88
27	2,27. 10 <sup>4</sup>	2,6. 10 <sup>2</sup>	2,0. 10 <sup>1</sup>	7,7.10 <sup>3</sup>	3,88
28	3,13. 10 <sup>2</sup>	0	0	1,0.10 <sup>2</sup>	2,0
29	2,63. 10 <sup>2</sup>	8,6. 10 <sup>1</sup>	3,0. 10 <sup>1</sup>	1,2.10 <sup>2</sup>	2,07
30	1,16. 10 <sup>2</sup>	1,0. 10 <sup>2</sup>	1,03. 10 <sup>2</sup>	1,0.10 <sup>2</sup>	2,0

Il en ressort que la charge bactérienne des carcasses varie de  $9,6.10^1$  germes/cm<sup>2</sup> (1,98 log ufc / cm<sup>2</sup>) à  $5,6.10^7$  germes / cm<sup>2</sup> (7,74 log ufc / cm<sup>2</sup>).

### 6.3.6. Evaluation des carcasses :

Le classement des carcasses par catégorie est rapporté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.12 : Classement des carcasses étudiées par catégorie.

	Satisfaisante ≤ m	Acceptable > m et < M	insatisfaisante < M	
Samedi (29/03/08)	04	00	02	06
Dimanche (06/04/08)	02	01	02	05
Lundi (14/04/08)	00	01	02	03
Mardi (22/04/08)	00	00	06	06
Mercredi (30/04/08)	01	00	04	05
Jeudi (08/05/08)	00	02	03	05
Total	07	04	19	30
Pourcentage	23,33%	13,33%	63,33%	100%

Les résultats montrent que :

- 07 carcasses sur 30 (23,33%) sont de qualité satisfaisante ;
- 04 carcasses sur 30 (13,33%) sont de qualité acceptable ;
- 19 carcasses sur 30 (63,33%) sont de qualité insatisfaisante.

La représentation graphique du classement des carcasses en catégories est rapportée dans la figure suivante :

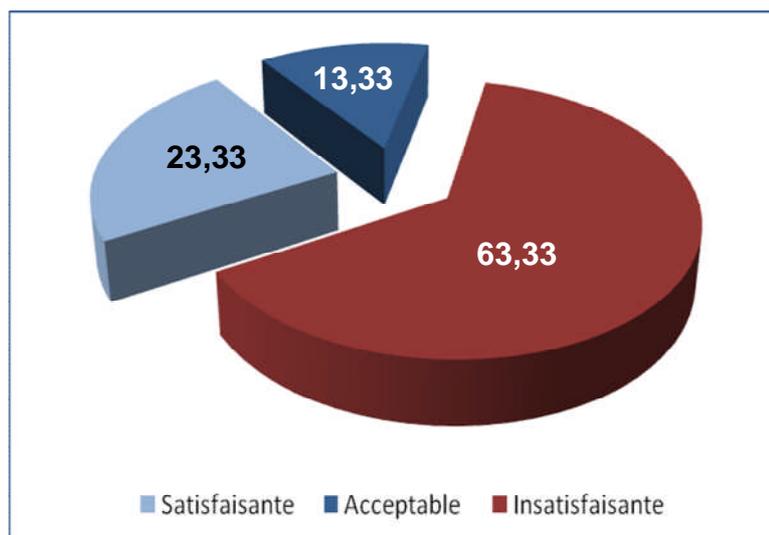


Figure 6.24 : Taux correspondants aux catégories des carcasses.

L'évaluation des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne est rapportée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.13 : Evaluation des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne.

	Nombre de carcasses échantillonnées	log moyen quotidien (ufc/cm <sup>2</sup> )	Catégorie des carcasses
Samedi (29/03/08)	06	0,91	Satisfaisante
Dimanche (06/04/08)	05	1,46	Acceptable
Lundi (14/04/08)	03	1,42	Acceptable
Mardi (22/04/08)	06	6,83	insatisfaisante
Mercredi (30/04/08)	05	2,46	insatisfaisante
Jeudi (08/05/08)	05	2,96	insatisfaisante

Il en ressort que la qualité bactériologique des carcasses est :

- Satisfaisante (16,66%) pour la première journée d'échantillonnage (samedi).
- Acceptable (33,33%) pour les deux journées d'échantillonnage suivantes (dimanche et lundi).
- Insatisfaisante (50,00%) pour trois dernières journées d'échantillonnage (mardi, mercredi et jeudi).

Ces résultats sont représentés par la figure suivante :

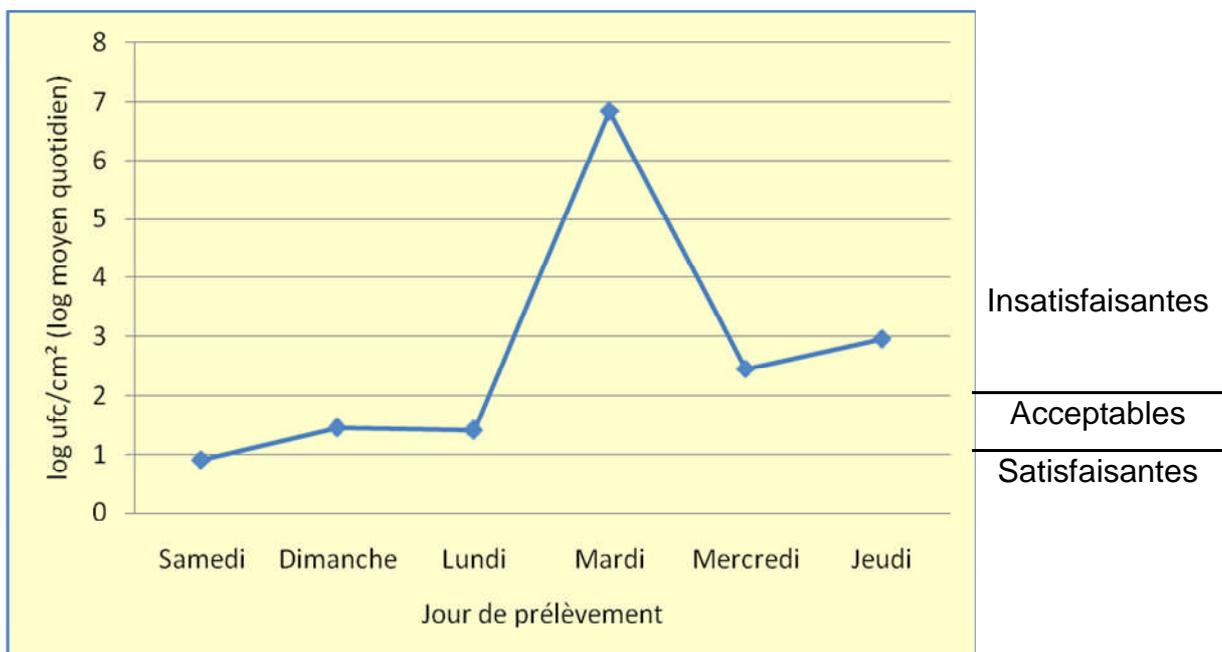


Figure 6.25 : Catégories des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne.

#### 6.4. DISCUSSION :

Dans la présente étude, les résultats montrent l'absence des Salmonelles dans l'ensemble des échantillons analysés. Si les Salmonelles n'ont été isolées dans aucun des échantillons, cette absence n'implique pas forcément leur absence de la surface des carcasses testées. Les taux d'isolement des Salmonelles dans les échantillons sont variables.

En effet, les Salmonelles n'ont pas été isolées sur les carcasses bovines testées par Oumokhtar *et al* [153], Cohen *et al* [135] et Reis *et al* [155] et 80 échantillons d'ovins testés par Karib *et al* [140], ainsi que dans les viscères de bovins par Rothenberg *et al* [156]. Cependant, 87% des carcasses bovines et 90% des cuirs se sont révélés contaminés par les Salmonelles selon Cartier [113]. Dennaï *et al* [157], ont isolé *Salmonella enteritidis* sur deux carcasses bovines. De plus, Ubach *et al* [158] et Sierra *et al* [159] ont rapporté un taux d'isolement des Salmonelles de 78% sur les carcasses ovines et de 12% sur la viande fraîche de mouton. Selon Adesiyun et Oyindasola [160], le taux d'isolement des Salmonelles est plus élevé après éviscération. Les opérations d'abattage et de préparation dans l'abattoir sont considérées comme une source majeure de contamination des viandes par ces pathogènes.

L'absence des Salmonelles pourrait s'expliquer par :

- La distribution, de ces germes qui peut être extrêmement ponctuelle, si bien que deux surfaces voisines peuvent conduire à des résultats différents. L'hétérogénéité dans la répartition de ces pathogènes et leur nombre restreint sur les carcasses conduit certains auteurs à écarter l'utilisation des Salmonelles comme indicateur de la qualité dans les abattoirs [161].
- La pression exercée sur les lavettes était peut être insuffisante pour détacher ces bactéries de la surface prélevée de la carcasse.
- L'adhésion irréversible des cellules bactériennes à la surface des carcasses qui peut se produire au bout de 30 minutes après l'abattage provoquant ainsi une diminution du nombre de bactéries récupérées [111, 112].

La présence des Coliformes totaux (57,77%), les Coliformes thermo-tolérants (44,44%) et *Escherichia coli* (20%) dans les échantillons pourrait s'expliquer par une contamination fécale et/ou environnementale.

Les Coliformes, connus comme indicateur de la qualité microbienne ne témoignent pas forcément d'une contamination fécale parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale, la présence de cette flore d'altération peut être due à une contamination environnementale non maîtrisée par les traitements technologiques. Ils peuvent provenir aussi des outils utilisés pendant le processus d'abattage (couteaux et scies). Leur présence signale simplement le non-respect des bonnes pratiques d'abattage.

Par ordre de spécificité fécale croissante, on note les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux et *E.coli*. En effet, les analyses mettant en évidence les Coliformes totaux ou thermo-tolérants sont insuffisamment caractéristiques d'une contamination fécale. *E coli* est l'espèce bactérienne anaérobie facultative prédominante dans l'intestin et les fèces. Pour les animaux de boucherie, *E.coli* est la bactérie choisie par la majorité des auteurs comme index de la contamination fécale car sa présence indique la présence probable d'agents pathogènes ayant une écologie semblable. La présence d'*E.coli* dans 20% de nos échantillons témoigne de la souillure de la carcasse par les matières fécales.

De nombreux travaux sur l'évaluation de la qualité microbiologique des carcasses au niveau des abattoirs ont montré des taux variables de Coliformes et d'*Escherichia coli* :

- Castillo *et al* [162] rapporte que sur les 40 carcasses échantillonnées Aux USA, 52,2 % présentaient des Coliformes totaux.
- Au Maroc, Dennaï *et al* [157] rapporte un taux de 17,52% pour les Coliformes totaux et 11.85% pour les Coliformes thermo-tolérants sur les 192 échantillons analysés provenant de 32 carcasses bovines alors que Cohen *et al* [135] ont signalé la présence des Coliformes thermo-tolérants sur 70% des échantillons analysés.

- Pour l'Amérique latine, des taux très importants ont été signalés. Au Brésil, Barros *et al* [163] ont enregistré la présence des Coliformes totaux dans 94% de leurs échantillons. Au Mexique, les Coliformes totaux ont été isolés dans les carcasses bovines aux taux respectifs de 83% et 92% par Sagrario *et al* [164] et Godinez *et al* [165].
- *Escherichia coli* a été isolée dans 58% des échantillons testés par Godinez *et al* [165] au Mexique et au taux de 18,8 % par Sumner *et al* [152] en Australie.

D'un point de vue sanitaire, la recherche d'*E. coli* est très importante car certaines souches émergentes comme *E. coli* O157:H7 sont très pathogènes. Elles sont responsables d'épidémies dans le monde en causant des milliers de malades et des dizaines de morts [115].

La présence d'*E. coli* O157:H7 dans les viandes bovines fraîches a été caractérisée :

- En Algérie, par Chahed [166], qui a détecté deux souches d'*E. coli* O157:H7 à partir de 230 carcasses de bœufs.
- Au Maroc, par Cohen *et al* [135], qui ont détecté 3 souches d'*E. coli* O157:H7 parmi les 120 souches d'*E. coli* isolées.

#### 6.4.1. Charges bactériennes des échantillons :

Les résultats du dénombrement des flores des échantillons analysés ont montré des charges bactériennes très importantes qui témoignent des mauvaises conditions hygiéniques dans lesquelles s'est déroulé le processus d'abattage.

De nombreux travaux ont rapporté des charges bactériennes variables :

- En France, Collobert *et al* [167] ont enregistré une charge moyenne de 0,86 log ufc / cm<sup>2</sup> pour les Coliformes fécaux.
- Au Brésil, Barros *et al* [163] ont enregistré une charge moyenne de 1.49 log ufc / cm<sup>2</sup> et 1.01 log ufc / cm<sup>2</sup> pour *Escherichia coli*.

- Au Mexique, Sagrario *et al* [164] et Godinez *et al* [165] ont rapporté des charges moyennes respectives de 2.08 log ufc / cm<sup>2</sup> et 5.63 log ufc / cm<sup>2</sup> pour les Coliformes et 1.37 log ufc / cm<sup>2</sup> et 3.37 log ufc / cm<sup>2</sup> pour *E coli*.
- Au Maroc, la charge moyenne en Coliformes totaux est de 3,85 ± 0,54 log ufc / g (Dennai *et al* [157]), celle des Coliformes thermo-tolérants est variable [(2,79 ± 0,44 log ufc / g, Cohen *et al* [135]) ; (0,2.10<sup>2</sup> NPP / g, Bazri *et al* [168]) ; (0,3.10<sup>3</sup> NPP / g, Karib *et al* [140]) et (2,1. 10<sup>3</sup> NPP / g, Oumokhtar *et al* [153]).
- Au Portugal, Reis *et al* [155], ont enregistré une charge moyenne de 2,83 log ufc / 100 cm<sup>2</sup> pour *E. coli*.

#### 6.4.2. Distribution des flores en fonction des régions :

L'interprétation des résultats du dénombrement bactérien par régions de carcasses analysées montrent que le collier est la région qui présente le taux de contamination le plus élevé, suivie par la partie arrière du rumsteck puis la poitrine. Nous avons estimé que la légère différence de proportion pour les Coliformes thermo-tolérants enregistrée entre la région de la poitrine et la région de la partie arrière du rumsteck permet à cette dernière de garder sa position dans l'ordre de degré de contamination.

L'ordre obtenu par le traitement des résultats bactériologiques par régions de carcasse confirme de plus en plus les résultats du questionnaire. En effet, c'est le même ordre obtenu par le traitement des résultats des praticiens vétérinaires interrogés sur les régions les plus exposées à une contamination.

A l'exception des Salmonelles qui n'ont été isolées dans aucun des échantillons analysés, et du fait que les autres flores recherchées témoignent d'une contamination fécale et/ou environnementale.

- Le taux de contamination élevé de la région du collier peut s'expliquer par le fait qu'elle soit la plus exposée aux contaminations, par :
  - Les outils de la saignée qui ne sont pas correctement désinfectés.

- Les mains d'ouvriers souillés par contact avec le cuir, lors de l'amenée de l'animal en salle d'abattage, de la saignée (reflux œsophagien) et du dépouillement.
- Le sol (la région du collier des carcasses de grande taille qui touche le sol hautement contaminé).
- Le taux de contamination de la partie arrière du rumsteck peut s'expliquer par le fait qu'elle soit exposée, à un moindre degré, que la région du collier aux contaminations, par les outils et les mains des manipulateurs lors de la dépouille de cette partie pour dégager le train postérieur, mais aussi lors de la fente de la carcasse. Selon Mac Meekin [169], le nettoyage et le débarras des matières fécales de cette partie de la carcasse sont la principale source de contamination.
- Le taux de contamination de la région de la poitrine peut s'expliquer par le fait qu'elle soit la moins exposée à la souillure par rapport aux autres régions testées, elle peut être due surtout à la perforation du tube digestif lors de l'éviscération [81]. Les risques de contamination de cette région sont augmentés lors de la fente des carcasses au moyen de scies et de couteaux contaminés.

La variation du taux de contamination avec le site anatomique de prélèvement a été rapportée par de nombreux auteurs. En effet, selon :

- Selmer-Olsen [170], la région la plus contaminée est le collier et la région sternale.
- Le Touze *et al* [171], la région du collier et le flanc présentent les niveaux de contamination les plus élevés pour l'ensemble des germes recherchés.
- Christensen et Soerensen [172]; Karib *et al* [140] et Dennaï *et al* [157], la région de la partie arrière du rumsteck est la plus contaminée.

#### 6.4.3. Evaluation des carcasses :

L'interprétation des résultats obtenus, à l'échelle carcasse, fait ressortir que 50% des carcasses testées sont contaminées par les flores recherchées. Cette forte contamination peut s'expliquer par :

- La souillure des carcasses par les mains des différents opérateurs qui ne prennent aucune mesure d'hygiène d'une carcasse à une autre.
- "L'adhérence" des germes sur les carcasses au moment de l'enlèvement du cuir [74].
- L'accumulation des saletés dans les anfractuosités des outils utilisés (nettoyage absent ou inefficace) qui permet le passage des germes d'une carcasse à une autre.
- Les impuretés des éclaboussures lors du nettoyage du sol.

Le classement des carcasses en catégories fait ressortir que 63,33% sont de qualité insatisfaisante. Ceci renseigne sur les mauvaises pratiques d'hygiène dans cet établissement.

L'interprétation des résultats obtenus de l'évaluation des carcasses en fonction de la charge bactérienne moyenne quotidienne permet d'estimer l'état hygiénique de l'établissement pendant chaque journée d'exploitation. En effet :

- Les carcasses dont la qualité globale est satisfaisante sont produites pendant une seule journée de la semaine, en l'occurrence, le samedi premier jour de la semaine. Cette qualité satisfaisante des carcasses semble être la conséquence du nettoyage ( $\pm$  efficace) de fin de semaine que celui réalisé au quotidien. Les résultats de l'analyse bactériologique (Cf. appendice G) sont en faveur de cette hypothèse. En effet, seules les carcasses 5 et 6 échantillonnées pendant ce jour (samedi) donnent des résultats positifs. Ceci laisse supposer que l'abattoir et le matériel utilisé lors des opérations d'abattages étaient propres en début de journée, puis, avec l'accumulation des saletés sur le matériel et dans l'abattoir, ils se sont souillés transmettant ainsi les germes aux dernières carcasses dans la chaîne d'abattage.
- Les carcasses dont la qualité globale est acceptable sont produites pendant les deux journées qui succèdent à la première, en l'occurrence, le dimanche et le lundi. Le passage de la qualité des carcasses de satisfaisante à acceptables peut s'expliquer par une aggravation de la situation hygiénique de la première journée de la semaine (samedi).

- Les carcasses dont la qualité globale est insatisfaisante sont produites pendant les trois dernières journées de la semaine (Mardi, Mercredi et Jeudi). Le passage de la qualité des carcasses d'acceptable à insatisfaisante peut s'expliquer par une aggravation de la situation hygiénique qui semble être consécutive à :
  - L'accumulation de plus en plus de déchets des journées précédentes et un mauvais nettoyage du sol.
  - Une désinfection défectueuse des outils utilisés pour l'opération d'abattage en fin de journée.
  - Au nombre élevé d'animaux abattus causant une accélération du rythme du travail et occasionnant une baisse d'hygiène.

#### 6.4.4. Identification des souches suspectes de Salmonelles :

L'identification des souches suspectes de Salmonelles a permis la caractérisation des genres *Pseudomonas* (10 souches), *Proteus* (03 souches), *Erwinia* (02 souches) *Pasteurella* (01 souche). Ces germes, bien qu'ils n'étaient pas ciblés par notre étude, confirment les mauvaises conditions hygiéniques et le non respect des bonnes pratiques durant le processus d'abattage.

Les *Pseudomonas* sont proposés par certains auteurs comme indicateurs de la qualité microbiologique des viandes fraîches [173]. En effet, les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses ; ceux sont les principales bactéries psychrotrophes retrouvées dans les viandes, le lait et, dans une moindre mesure, les produits végétaux. *Pseudomonas* est principalement utilisé comme indicateur d'altération des viandes fraîches et du lait [174]. Leur présence au niveau des chaînes d'abattages constitue une source permanente de contamination des viandes. Présentes dans les aliments, la réfrigération permet leur multiplication et la production d'enzymes protéolytiques et lipolytiques responsables d'altérations. Plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri* [116].

Les bactéries appartenant au genre *Pasteurella* sont principalement isolées dans le tractus respiratoire de l'homme et des animaux ; *pasteurella multocida* peut être présente dans le tractus digestif comme dans les voies respiratoires. Ces bactéries sont responsables d'infections localisées (œdème au point d'inoculation), de pleurésies, de péritonites, de péricardites et des méningites [175]. Leur présence sur les carcasses bovines analysées est due fort probablement à la contamination d'un outil (couteau) qui a servi au parage des lésions lors d'inspection sanitaire puis utilisé sur une autre carcasse.

Les espèces appartenant au genre *Erwinia* sont essentiellement phytopathogène à l'exception d'*E. agglomerans* qui n'est pas très pathogène pour l'homme [176]. La présence de ces bactéries sur la surface des carcasses analysées est du probablement à une déchirure du tube digestif pendant l'éviscération.

Les bactéries du genre *Protéus*, saprophytes, sont peu pathogènes pour l'homme [173]. Leur présence sur les carcasses testées peut avoir plusieurs sources.

## CONCLUSION

Les viandes contaminées constituent un risque potentiel pour le consommateur. Le changement des mœurs alimentaires algériennes et le développement de la restauration rapide transforment ce risque potentiel en danger réel.

Le présent travail est une contribution à l'évaluation de la qualité microbiologique des carcasses bovines, ce qui permet d'apprécier le niveau d'hygiène générale de l'abattoir de Blida. Les résultats obtenus ont montré que :

- La contamination superficielle des carcasses bovines par les flores recherchées, à l'exception des Salmonelles qui n'ont pas été isolées, est considérée massive, avec une répartition hétérogène sur les carcasses, où le taux le plus important a été enregistré au niveau de la région du collier.
- 63,33 % des carcasses analysées ont été de qualité insatisfaisante, 13,33% de qualité acceptable et 23,33 % de qualité satisfaisante. Ce constat est inquiétant car les carcasses échappent à tout contrôle microbiologique, par conséquent, ils peuvent présenter un réel danger par la transmission de germes pathogènes tel qu'*E.coli* et *Salmonella*.
- L'abattoir, lieu de l'étude, produit des carcasses présentant une qualité insatisfaisante pendant trois journées par semaine.

La contamination importante des carcasses échantillonnées ainsi que leur classement par catégorie nous permet de conclure à une insuffisance d'hygiène au niveau de l'abattoir, lieu de notre étude.

Les risques microbiologiques mis en évidence par cette étude devraient inciter les autorités à combler le vide réglementaire en fixant des critères microbiologique pour les carcasses au niveau des abattoirs.

## RECOMMANDATIONS

Les résultats obtenus nous permettent de proposer les recommandations suivantes :

- Instaurer le contrôle régulier de l'hygiène et des bonnes pratiques dans les abattoirs.
- Veiller à la mise à niveau des abattoirs (aménagement).
- Les abattoirs doivent être construits et aménagés de telle manière que les activités propres soient systématiquement séparées des activités sales.
- Le matériel et les instruments utilisés pour le travail des viandes doivent être maintenus en bon état d'entretien et de propreté. Ils doivent être soigneusement nettoyés et désinfectés plusieurs fois au cours d'une même journée ainsi qu'à la fin des opérations de la journée.
- Les ouvriers devraient avoir à leur disposition des vêtements de protection propres et des lavabos pour se laver les mains pendant et entre les opérations.
- Les procédures de la dépouille devraient se faire de sorte à éviter les contaminations directes et indirectes de la carcasse par le cuir.
- L'éviscération devrait éviter les pertes du contenu des organes digestifs sur la carcasse.
- Les carcasses devraient être refroidies le plus tôt possible afin d'arrêter le développement des bactéries.

## REFERENCES

1. Colin, N., Olivry, L., Piau, O., Fournier, P, "La viande", Dossier pédagogique, (2001), 8 p.
2. Fischler, C., "Le bifteck est-il toujours sacré ? ", Dossier de l'environnement de l'INRA n°28, (2004), 129- 132.
3. Picq, P., "La domestication avec Cro-Magnon, L'homme et l'animal à travers les âges", (2007), [http://www.civ-viande.org/ebn.ebn?\\_pid=56&rubrik=6&item=45&VA=75](http://www.civ-viande.org/ebn.ebn?_pid=56&rubrik=6&item=45&VA=75).
4. Legrand, P., Mourot, J., "Le point sur les apports nutritionnels conseillés en acides gras, implication sur les lipides de la viande", 9 ème journée de sciences du muscle et technologie de la viande, (2002), 248 p.
5. Absolonne, J., Sirjacobs, F., Guggenbühl, N., Colin N., "La Pyramide Alimentaire ou quand les nutriments deviennent réalité", Health and Food, (1999). 26 p.
6. Anonyme, "Country profiles", FAO statistical yearbook, (2007), <http://faostat.fao.org>.
7. Ferrah, A., "Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie, Contribution à une analyse d'impact 2000-2005", (2005) 4 p.
8. Anonyme, "Consommation des viandes", (2007), <http://www.sante-dz.com>.
9. Anonyme, "Importations", (2007), <http://www.algex.dz>.
10. Parent, J.C., Tortora, G.J., Reynolds, G.S., "Tissu musculaire", Principe d'anatomie et de physiologie, (1994), 10 : 248-267.
11. Bouisset, S., "le muscle, actionneur du système ostéo-articulaire ", Biomécanique et physiologie du mouvement, (2002), 2 : 53-59.
12. Lebret, B., Lefaucheur, L. and Mourot J., "La qualité de la viande de porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire," INRA Prod. Anim, (1999), 12 : 11-28.
13. Hocquette, J.-F., Ortigues-Marty, I., Damon, M., Herpin, P. and Geay, Y., "Métabolisme énergétique des muscles squelettiques chez les animaux producteurs de viande", INRA Prod. Anim., (2000), 13 (3): 185-200.

14. Lawrie, R.A., "The eating quality of meat". In: Meat science, 5th Edition, (Pergamon Press, Oxford), (1991), 184-224.
15. Alais, C., Linden, G., "viandes et sang", In : Abrégé de biochimie alimentaire, 4<sup>ème</sup> édition, (1997), 193-205.
16. Anonyme, "Les tissus musculaires", (2008), <http://www.musclepedia.org>.
17. Geay, Y., Bauchart D., Hocquette J.F, Culioli J., "Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants, Incidence de l'alimentation des animaux", INRA Prod. Anim., (2002), 15, 37-52.
18. Frelot, E., "Connaissance des aliments, les viandes", édition Tec & Doc, Lavoisier, (2006), 70-89.
19. Fraysse, J.L., Darre, A., "Produire des viandes, sur quelles bases économiques et biologiques", (1998), volume 1, 265-322.
20. Karpovich, V., Sinning, E., Michelat, J., "Physiologie de l'activité musculaire", septième édition illustrée, 3<sup>ème</sup> tirage, (1982), 17-40.
21. Tourte, M., "Biologie cellulaire", Aide- mémoire : Licence 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années PCEM 1 PCEP 1, 2<sup>ème</sup> édition, (2003), 149-156.
22. Kamoun, P., "Le muscle", In : Atlas de poche de biochimie, Médecine Science Flammarion, Paris. (2002), 447 p.
23. Camus, G., "la contraction musculaire", (2007), <http://www.snv.snv.jussiers.fr/vie/dossiers/contractionmuscule/contractmuscle>.
24. Linden, G., Lorient, D., "Biochimie Agro industrielle : valorisation alimentaire de la production agricole", (1994), 139-153.
25. Cassens, R. G. and Cooper C. C., "Red and white muscle", Adv. Food Res, (1971), 19: 1-74.
26. Brooke, M. M. and Kaiser, K., "Muscle fiber type: how many and what kind?", Arch. Neurology, (1970), 23 : 369-370.
27. Duris, M. P., Renand, G. and Picard B., "Genetic variability of foetal bovine myoblasts in primary culture," Histochem, (1999), J. 31 : (753-760).
28. Picard, B., Jurie, C., Hocquette, J.F., Levaucheur, L., Berri, C., Duclos, M. J., Alami-Durante, H. and Rescan P. Y., "Typologie et ontogenèse des fibres musculaires chez différentes espèces d'intérêt agronomique", INRA Prod Anim, (2003), 16 (2) : 117-123.

29. Tanabe, R., Muroya, S. and Chikuni K., "Sequencing of the 2a, 2x, and slow isoforms of the bovine myosin heavy chain and the different expression among muscles," *Mamm. Genome Res*, (1998), 9 : 1056-1058.
30. Robelin, J., "Bases physiologiques de la production de viande" : croissance et développement des bovins, In : Production de viande bovine, D. Micol (Ed.), INRA, Paris, (1986), 35-60.
31. Picard B., Jurie, C., Cassar-Malek, I., Hocquette, J.F., "Typologie et Ontogenèse du tissu musculaire chez le bovin", *Université Clermont II, INRA Prod. Anim.*, (2003), 16 (2), 125-131.
32. Bonnaud, L., Coppalle, J., "La production de la sécurité sanitaire au quotidien : l'inspection des services vétérinaires en abattoir", (2008), <http://france.elsevier.com/direct/SOCTRA/>.
33. Leyral G., Vierling E., "Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire", (1997), 175-178.
34. Belaud, M., "Première transformation des viandes bovines: abattage-découpe". Doc. F 6700, (2004), 2-11.
35. Debrot, S., Constantin A., Hygiène et production de la viande, Edition Maloine. (1991), 332 p.
36. Sadoud, M., "Circuit de distribution des viandes rouges dans la région de Chlef", Thèse en sciences agronomiques, spécialité économie rurale, option développement rural, (1999), 180 p.
37. Ouali, A., "Meat tenderization: possible causes and mechanisms", *Journal of Muscle Foods*. (1990), 129-165.
38. Bendall, J. R., "Post mortem changes in muscles", in: The Structure and Function of Muscle, 2nd Ed. Academic Press, New York. (1973), 243-309.
39. Bonnet, M., Ouali, A. et Kopp J., "Muscle osmotic pressure as assessed by differential scanning calorimetry", *International Food Science and Technology*, (1992), 27, 399-405.
40. Ouali, A., "Proteolytic and physiological mechanisms involved in meat texture development", *Biochimie*, (1992), 74, 251-265.
41. Christensen, M.L., Larsen L.M., Ertbjerg P. et Purslow P.P., "Effect of proteolytic enzyme activity and heating on mechanical properties of bovine single muscle fibres", *Meat Science*, (2003), 66 (2), 361-369.

42. Koohmaraie, M., "The role of Ca<sup>2+</sup> dependent proteases (calpains) in post-mortem proteolysis and meat tenderness", *Biochimie*, (1992b), 74, 239-245.
43. Ouali, A., Obléd, A., Cottin, P., Merdaci, N., Ducastaing, A. et Valin C., "Comparative effects of post-mortem storage and low-calcium-requiring neutral proteinase on bovine and rabbit myofibrillar proteins", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (1983), 34 (5), 466-476.
44. Taylor, R.G., Geesink, G.H., Thompson, V.F., Koohmaraie M. et Goll D.E., "Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? ", *Journal of Animal Science*, (1995b), 73, 1351-1367.
45. Mikami, M., Whiting, A.H., Taylor, A.J., Maciewicz, R.A. et Carpenter Z.L., "Degradation of myofibrils from rabbit, chicken and beef by cathepsin L and lysosomal lysates", *Meat Science*, (1987), 21, 81-97.
46. Mykles, D.L., "High-molecular-weight serine proteinase from lobster muscle that degrades myofibrillar proteins", *Journal of Experimental Zoology*. (1989), 250, 244-252.
47. Mykles, D.L. et Haire M.F., "Branched-chain-amino-acid-preferring peptidase activity of the lobster multicatalytic proteinase (proteasome) and the degradation of myofibrillar proteins", *Biochemical Journal*, (1995), 306, 285-291.
48. Sylvander, B., "Avis sur la notion de qualité", *Conseil National de l'Alimentation*, (2002), 47 p.
49. Cazes-Valette, G., "Le comportement du consommateur décodé par l'anthropologie, Le cas des crises de la vache folle", *Revue Française de Marketing*, (2001), n° 183/184, 99-113.
50. Monin, G. "Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine", *INRA Prod. Anim.*, (1991), 4: 151-160.
51. Sauvageot, F., "L'évaluation sensorielle des denrées alimentaires", (C.D.I.U.P.A., Massy), (1982), 196 p.
52. Demeyer, D. and Doreau M., "Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids", *Proc Nutr Soc*, (1999), 58(3): 593-607.
53. Charpentier, J., "Pigmentation musculaire des veaux de boucherie, Influence d'une supplémentation en fer sur la teneur en fer de certains muscles", *Ann. Zootech*, (1966), 15: 361-366.

54. Renerre, M. and Valin C., "Influence de l'âge sur les caractéristiques de la viande bovine de race Limousine," *Ann. Technol. Agric.*, (1979), 28: 319-332.
55. Offer, G., Knight, P., Jeacocke, R., Almond, R., Cousins, T., Elsey, J., Parsons, N., Sharp, A., Starr, R. and Purslow P., "The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products", *Food Microstr.*, (1989), 8: 151-170.
56. Zamora, F., Debiton, E., Lepetit, J., Lebert, A., Dransfield, E. and Ouali A., "Predicting variability of ageing and toughness in beef M. Longissimus lumborum et thoracis", *Meat Sci.*, (1996), 43: 321-333.
57. Minelli, G., Culioli, J., Vignon, X. and Monin G., "post mortem changes in the mechanical properties and ultrastructure of the Longissimus in two porcine breeds", *J. Muscle Foods*, (1995), 6: 313- 326.
58. Fernandez, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I. and Quilichini, Y., "Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves", *J Anim Sci*, (1996), 74(7): 1576-83.
59. Valin, C., "Différenciation du tissu musculaire, Conséquences technologiques pour la filière viande", *Reprod. Nutr. Develop*, (1988), 28: 845-856.
60. Offer, G. and Knight, P., "The structural basis of WHC in meat", *Develop. Meat Sci*, (1988), 4(1): 63- 243.
61. Touraille, C., Monin, G. and Legault, C., "Eating quality of meat from european X chinese crossbred pigs", *Meat Sci*, (1989), 25: 177-186.
62. Hocquette, J. F., Ortigues-Marty, I., Pethick, D., Herpin, P. and Fernandez X., "Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat-producing animals", *Livest.Prod.Sci*, (1998), 56: 115-143.
63. Fernandez, X., Mourot, J., Mounier, A. and Ecolan, P., "Effect of muscle type and food deprivation for 24 h on the composition of the lipidic fraction in muscles of Large White pigs", *Meat Sci*, (1995), 41: 335-343.
64. Mottram, D. S. and Edwards, R. A., "The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef", *J. Sci. Food Agric*, (1983), 34: 517-522.
65. Leseigneur-Meynier, A. and Gandemer, G., "Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of the fibers," *Meat Sci*, (1991), 29: 229-241.

66. Valin, C., Touraille, C., Vigneron, P. and Ashmore, C. R., "Prediction of lamb meat quality traits based on muscle biopsy fibre typing", *Meat Sci*, (1982), 6: 257-263.
67. Dickson, J., Anderson, M.E., "Microbiological contamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems", *J. Food Prot.*, (1992), 55, 133-140.
68. Fournaud, J., Jouve, J. L. "Viande 2000, Déficit microbiologique". Filière des viandes, Institut De L'élevage, (1990), 133-141.
69. Bornert, G., "Viandes fraîches de boucherie : détermination de la date limite de consommation". *Bull. Soc. Vét. Prat. de France*, (1996), 80, 69-81.
70. Bonneau, M., Touraille C., Pardon P., Lebas F., Fauconneau B., Remignon H., 1996 ; "Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes", *INRA Prod. Anim*, hors série, (1995), 95-110.
71. Haydadi, R., "Contribution à l'appréciation de l'hygiène des abattoirs de Rabat par analyse bactériologique des carcasses chevalines", Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. (1997), 180 p.
72. Laval, A., Fournaud F., Cartier P., "Salmonellose et filière viande bovine". Séminaire Salmonelles et Ruminants. Paris. (1997), 8 p.
73. Warriner, K., "Etablissement de points critiques à maîtriser pour les bactéries entéropathogènes dans la production bovine", SF6029, Département des sciences de l'alimentation, Université de Guelph. (2006), 31 p.
74. Cartier, P., "Hygiène en amont de l'abattage, Evolution de la charge bactérienne et de l'état de propreté de cuirs de gros bovins de la ferme au poste de dépouille", *Compte rendu d'étude*, Institut de l'Élevage. (1994), 13 p.
75. Fournaud, J., "La viande, Filière viande", Institut De L'élevage. (1978), 15-20.
76. Chaillou, S., Champomier-Vergès, M., Cornet, M., Crutz Le Coq, A.-M., Dudez, A.-M., Martin, V., Beaufils, S., Bossy, R., Darbon-Rongère, E., Loux, V., Zagorec, M., "Complete genome sequence of the meat-born lactic acid bacterium *Lactobacillus*", *Nature Biotechnol*, *Viandes Prod. Carnés Vol 25* (3), (2005), 23, 1527- 1533.
77. Fournaud, J., "Contamination aux différents stades", In : Hygiène et technologie de la viande fraîche, édition du CNRS. (1982), 15 p.

78. Cuq, J.L., "Contrôle microbiologique des aliments". Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. (2000), 80 p.
79. Cartier, P., "Points de repère en matière de qualité microbiologique des viandes bovines", Institut de l'élevage, service viande, route d'épinay 14310 Villers bocage, (1997), 175-179.
80. Rosenberger, G., Examen clinique des bovins, Les éditions du point vétérinaire, 25 rue Bourgelat 94700 Maisons-Alfort ; (1976), 526 p.
81. Dachy, A., "Contribution à l'étude de la contamination bactérienne superficielle des carcasses d'agneaux". Thèse de médecine vétérinaire, Toulouse. (1993), 4082, 73 p.
82. Bouvier, E., "Les bovins souillés compromettent les débouchés", Jura agricole et rural ; (2005), P 5.
83. Anonyme., "Instructions relatives à l'exécution des analyses microbiologiques dans le cadre de l'autocontrôle des abattoirs". Office Vétérinaire Fédérale, Berne, (2006), 9 p.
84. Anonyme., "Sampling for microbiological analysis: Principles and specification applications", In : Microorganisms in food 2, International commission in microbiological specifications for food, 2<sup>nd</sup> ed, (1986), 278 p.
85. Dorsa, W.J., Cutter, C.N., Siragusa, G.R., "Evaluation of six sampling methods for recovery of bacteria from beef carcass surfaces", Letters in Applied Microbiology, (1996), 22(1), 39-41.
86. Gill, C.O., Jones, T., "Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing", Journal of Food Protection, (2000), 63(2), 167-173.
87. Murray, K.A., Gilmour, A., Madden, R.H. "Microbiological quality of chilled beef carcasses in Northern Ireland: a baseline survey", J. Food Prot., (2001), 64, 498-502.
88. Ransom, J.R., Belk, K.E., Bacon, R.T., Sofos, J.N., Scanga, J.A., Smith, G.C., "Comparison of sampling methods for microbiological testing of beef animal rectal/colonial feces, hides and carcasses". Journal of Food Protection, (2002), 65(4), 621-626
89. Byrne, B., Dunne, G., Lyng, J., Bolton, D.J., "Microbiological carcass sampling methods to achieve compliance with 2001/471/EC and new hygiene regulations", Res. Microbiol., (2005), 156(1), 104-106.

90. Huyghebaert, A., "Critères d'hygiène des procédés en ce qui concerne le nombre de colonies aérobies, les *Enterobacteriaceae* et *Salmonella*", Comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, (2006), 8 p.
91. Kyprianou, M., "Règlement (CE) No 2073/2005 de la commission", Journal officiel de l'union européenne, (2005), 338 p.
92. Kyprianou, M., "Règlement (CE) No 1441/2007 de la commission", Journal officiel de l'union européenne, (2007), 322 p.
93. Bacon, R.T., Belk, K.E., Sofos, J.N., Clayton, R.P., Reagan, J.O., Smith, G.C., "Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination", J. Food Prot, ( 2000), 63, 1080-1086.
94. Ingham, S.C., Schmidt, D.J., "Alternative indicator bacteria analyses for evaluating the sanitary condition of beef carcasses", J. Food Prot., (2000), 63, 51-55.
95. Rho, M.J., Chung, M.S., Lee, J.H., Park, J., "Monitoring of microbial hazards at farms, slaughterhouses, and processing lines of swine in Korea", J. Food Prot., (2001), 64, 1388-1391.
96. Eblen, D.R., Levine, P., Rose, B.E., Saini, P., Mageau, R., Hill, W.E., "Nationwide microbiological baseline data collected by sponge sampling during 1997 and 1998 for cattle, swine, turkeys, and geese", J. Food Prot., (2005), 68, 1848-1852.
97. Yeh, K.S., Chen, S.P., Lin, J.H. "One year (2003) nationwide pork carcass microbiological baseline data survey in Taiwan", J. Food Prot., (2005), 68, 458-461.
98. Mc Evoy, J.M., Sheridan, J.J., Blair, I.S., Mc Dowell, D.A., "Microbial contamination on beef in relation to hygiene assessment based on criteria used in EU Decision 2001/471/EC", Int. J. Food Microbiol., (2004), 92, 217-225.
99. Pearce, R.A., Bolton, D.J., "Excision vs sponge swabbing : a comparison of methods for the microbiological sampling of beef, pork and lamb carcasses", J. Appl. Microbiol., (2005), 98, 896-900.
100. Korsak, N., Daube, G., Ghafir, Y., Chahed, A., Jolly, S., Vindvogel, H., "An efficient sampling technique used to detect four foodborne pathogens on pork

- and beef carcasses in nine Belgian abattoirs", *J. Food Prot.*, (1998), 61, 535-541.
101. Hansson, I.B., "Microbiological meat quality in high- and lowcapacity slaughterhouses in Sweden", *J. Food Prot.*, (2001), 64, 820-825.
  102. Botteldoorn, N., Heyndrickx, M., Rijpens, N., Grijspeerdt, K., Herman, L., "Salmonella on pig carcasses: positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse", *J. Appl. Microbiol.*, (2003), 95, 891-903.
  103. De Zutter, L., Abrams, R., Van Hoof, J., "Bacteriological survey of beef carcasses: correlation between swab and maceration method", *Arch. Lebensmittelhyg.*, (1982), 33, 33-56.
  104. Vanderlinde, P.B., Shay, B., Murray, J., "Microbiological quality of Australian beef carcass meat and frozen bulk packed beef", *J. Food Prot.*, (1998), 61, 437-443.
  105. Phillips, D., Sumner, J., Alexander, J.F., Dutton, K.M., "Microbiological quality of Australian beef", *J. Food Prot.*, (2001), 64, 692-696.
  106. Anonyme., "Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires", Règlement (CE) n° 2073/2005 de la Commission, *J. Off. Commun. Eur.*, (2005b), L338, 1- 26.
  107. Hutchinson, M.L., Waltars, L.D., Avery, S.M., Reid, C.A., Wilson, D., Howell, M., Johnston, A.M., Buncic, S. A., "comparison of wet-dry swabbing and excision sampling methods for microbiological testing of bovine, porcine, and ovine carcasses at red meat slaughterhouses", *J. Food Prot.*, (2005), 68, 2155-2162.
  108. Miraglia, D., Ranucci, D., D'Ovidio, V., Branciarri, R., Severini, M., "Comparison between Carcass Microbial Load Recovered by Swabbing Surfaces of Different Size and Using the Reference Excision Method", *Veterinary Research Communications*, (2005), 29(Suppl. 2), 339-341.
  109. Sofos, J.N., Kochevar, S.L., Bellinger, G.R., Buege, D.R., Hancock, D.D., Ingham, S.C., Morgan, J.B., Reagan, J.O., Smith, G.C. "Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven United States slaughtering plants", *J. Food Prot.*, (1999), 62, 140-145.
  110. Ware, L.M., Kain, M.L., Sofos, J.N., Belk, K.E., Smith, G.C. "Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue", *J. Food Prot.*, (1999), 62, 1255-1259.

111. Yu, S.L., Cooke, P.H., Tu, S.I. "Effects of chilling on sampling of bacteria attached to swine carcasses", *Lett. Appl. Microbiol.*, (2001), 32, 205-210.
112. Capita, R., Prieto, M., Alonso-Calleja, C., "Sampling methods for microbiological analysis of red meat and poultry carcasses", *Journal of Food Protection*, (2004), 67(6), 1303-1308.
113. Cartier, P., "Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des Bovins. Examen de 222 vaches de réforme". *Viandes et Prod. Carnés*, (1993), 14, 35-38.
114. Brenner, DJ., "*Enterobacteriaceae*". In: Bergey's manual of systematic bacteriology, Eds Krieg N.R., Holt G.H., (Volume 1), Williams and Wilkins: Baltimore, (1984), 408- 420.
115. Ray, B., "Indicators of bacterial pathogens, In : Ray B. (Ed.), 100 *Fundamental food microbiology*". CRC Press : Boca Raton, (2001), 409-417.
116. Euzéby, JP., *Dictionnaire de bactériologie vétérinaire*, (2007), <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/>.
117. Singleton, P., Bactériologie, 2<sup>ème</sup> édition, (1999).
118. Delarras, C., "Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire", (2007), 254 p.
119. Roberston, W., "Unités et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable", presses de l'université Laval, (1995), 179-193.
120. Guiraud, J.P., Microbiologie alimentaire, Edit Dunod, Paris, (1998), p 80-84.
121. Cartier, P., "Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins". *Viandes et Prod. Carnés*, (1990), 11, 215-216.
122. Barthe, C., Perron, J., Perro, J.M.R., "Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable", ministère de l'environnement du Québec, (1998), 155 p.
123. Edberg, S.C., Rice, E.W., Karlin, R.J., Allen, M.J., "*E. coli*: The best biological drinking water indicator for public health protection", *Journal of applied Microbiology*, (2000), 88: 106-116.
124. Anonyme, "critères d'hygiène", organisation mondiale de la santé, (2000), 1050 p.
125. Zmirou, D., Ferley, JP., Collin, JF., Charrel, M., Berlin, J., "A follow-up study of gastro-intestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water". *American journal of public Health*, (1987), 77: 582-584.

126. Bornert, G., "Intérêt pratique des indicateurs de contamination fécale de l'eau et des aliments", Bull. Soc. Vét. Prat. de France, (1998), 82, 525-540.
127. Feng, P., "Guide to foodborn pathogens". John Wiley and Sons, New York, (2001), 143-162.
128. Eslava, C., Villaseca J., Hernandez U., Cravioto A.; "*Escherichia coli*", In: international handbook of foodborne pathogens, Eds. miliotis m.d., bier j.w, marcel dekker, new york, (2003), 123-135.
129. Tartrou, F., Magras, C., Les Salmonelles. In : Magras C., Cappelier J.M., Dromigny E., Federighi M., Pilet M.F., Tartrou F. "les dangers biologiques", In : Sécurité et qualité des aliments, 1<sup>ère</sup> édition, École nationale vétérinaire de Nantes, Nantes, (2001), 101 p.
130. Fegan, N., vanderlinde, P., Higgs, G., Desmarchelier, P., "A study of the prevalence and enumeration of *Salmonella enterica* in cattle and on carcasses during processing", J. Food Prot., (2005), 68, 1147-1153.
131. Davies, R.H., Dalziel, R., Gibbens, J.C., Wilesmith, J.W., Ryan, J.M.B., Evans, S.J., Byrne, C., Paiba, G.A., Pascoe, S.J.S., Teale, C.J. "National survey for *Salmonella* in pigs, cattle and sheep at slaughter in Great Britain (1999- 2000) ", J. Appl. Microbiol., (2004), 9, 750-760.
132. Federighi, M., Bactériologie alimentaire, compendium d'hygiène des aliments, 2<sup>ème</sup> édition, (2005), 53-76.
133. Paton, J.C., Paton, A.W., "Pathogenesis and diagnosis of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections", Clin. Microbiol. Rev., (1998), 11, 450-479.
134. Gironde, A., "Toxi-infection alimentaire collective à *Escherichia coli* O148:H8 producteur de shigatoxines", Institut de veille sanitaire, Ann. Méd. Vét., (2002), 151, 79-100.
135. Cohen, N., Ennaji, H., Bouchrif, B., Karibi, H., "La qualité des viandes produites sur le grand Casablanca. Laboratoire de Microbiologie et Hygiène des Aliments et des Eaux". Institut Pasteur du Maroc. Département d'hygiène des denrées alimentaires d'origine animale Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, (2002), 30 p.
136. Smibert, R.M., Genus *Campylobacter*. In: Bergey's manual of systematic bacteriology, (Volume 1). Eds. Krieg N.R., Holt G.H. Williams and Wilkins, Baltimore, (1984), 111-118.

137. Butzler, J.P., "Campylobacter, from obscurity to celebrity". Clin. Microbiol. Infect., (2004), 10, 868- 876.
138. Hu, L., Kopecko, D.J., "*Campylobacter* Species". In: International Handbook of Foodborne Pathogens, Ed. Miliotis M.D., Bier J.W. Marcel Dekker: New York, (2003), 181-198.
139. Leveq, H., Cerf, M., "Yersinoses". Microbiol. Alim. Nut. (1989), 7:219-224.
140. Karib, H., Yanguelle, J., Blanco, D., Rota, C., Carraminana, J.J., Herrera, A., "Appréciation de la qualité microbienne des carcasses ovines ainsi que leur viscères". Alimentation, (1994), 18 :19-23.
141. Bolnot, F.H., "La méthode H.A.C.C.P: Application au domaine de la restauration collective". Bull. Soc. Vét. Prat. de France, (1998), 82, 203-228.
142. Bornert, G., "La place des analyses microbiologiques de denrées alimentaire dans le cadre d'une démarche assurance-sécurité", Revue Méd. Vét., (2000), 151, 8-9, 805-812.
143. Ray, B., "Sublethal injury, bacteriocins and food microbiology". ASM News, (1993), 59, 285-291.
144. Savatier, F., "Les tests bactériologiques rapides se multiplient". L'usine nouvelle, (1998), 2623, 60-61.
145. Courteille, N., Foret, J., Dorey, F. et Malas J.P., "Test d'une nouvelle méthode rapide de détection des Salmonella par PCR : Probelia<sup>TM</sup> Salmonella sp". Bull. Soc. Vét. Prat. de France, (1997), 81, 405-411.
146. Bombe, D., Delebecque, O., Leba, D., "Méthode rapide de contrôle de la stabilité des produits appertisés par impédancemétrie". Viandes Prod. Carnés, (1997), 18, 227- 233.
147. Brailsford, M., "Real-time microbial analysis of pharmaceutical water", Microbiology Europe, (1996), 4, 3, 18-20.
148. Anonyme., "La qualité microbiologique des aliments", Polytechnica Editeur, Paris, (1996), 563 p.
149. Becquet, V., "La méthodologie de l'enquête". (1998), [http://www.animafac.net/article.php3?id\\_article=150](http://www.animafac.net/article.php3?id_article=150).
150. Anonyme., "Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; Final Rule", United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service, (1996) 9 CFR Part 304, Federal Register 61 (144), 38805–38989.

151. Daube, G., "Introduction à la microbiologie des aliments Principes et limites de l'analyse microbiologique". Faculté de médecine vétérinaire. Université de Liège. (2007), 39 p.
152. Sumner, J., Petrenas, E., Dean, P., Dowsett, P., West, G., Wiering, R., Raven, G., "Microbial contamination on beef and sheep carcasses in South Australia", *Int. J. Food Microbiol.* (2003), 81, 255-260.
153. Oumokhtar, B., Karib, H., Bouchriti, N., Araba, A., "Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat", *Actes Inst. Agron. Vet. Maroc*, (1998), Vol. 18 (3): 169-176.
154. Arthur, T.M., Bosilevac, J.M., Nou, X., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., Kent, M.P., Jaroni, D., Pauling, B., Allen, D.M., Koomaraie, M. "Escherichia coli O157 prevalence and enumeration of aerobic bacteria, Enterobacteriaceae, and Escherichia coli O157 at various steps in commercial beef processing plants". *J. Food Prot.*, (2004), 67, 658-665.
155. Reis, C. I. S.C., Trigo, M. J., Veloso. M. G, L, "Microbiological Contamination Of Beef Carcass During Slaughter". *Faculdade de Medicina Veterinaria, Lisboa, Portugal, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, (2003), 23(2) : 477-484.
156. Rothenberg, C.A., Berry, B.W., Oblinger, J.L., "Microbiological characteristics of beef tongues and livers as affected by temperature ebus and packaging systems". *J.Food Prol.* (1982), 45 : 527-532.
157. Dennai, N., Kharrati, B., El yachoumi, M., "Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus", *Ann. Méd. Vét.*, (2001), 145, 270-274.
158. Ubach, M., Miguel, A., Ping, P., "Investigacion de *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* y *Salmonella enterica* en carnes frescas". *Alimentarias*, (1988), 12, 16-18.
159. Sierra, M.L., Garcia, M.G., Otero, A., Garcia, E., Gonzalez, E., "Incidencia de bacterias patogénas en cavales de ovino Recién obtientas", *Tecnol. Aliment.*, (2007), 21(5) : 822-830.
160. Adesiyun, A.A., Oyindasola, O.O., "Prévalence and antibiograms of *Salmonella* in slaughter cattle, slaughter areas and effluents in Zaire abattoir", *J. Food Prot.* (1989), 52 : 232-235.

161. Stolle, F.A., "Establishing microbiological surveillance programme at slaughterlines, A new Concept of meat hygiene". *Meat Sci.* (1988), 22, 203-211.
162. Castillo, A., Lucia, LM., Mercado, I., Acuff, G.R., In-Plant evaluation of a lactic acid treatment for reduction of bacteria on chilled beef carcasses. *J Food Prot.* (2001), May;64(5):738-740
163. Barros Márcia, A. F., Nero L A., Monteiro A A., Beloti V. "Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants", *Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas*, (2007), 27(4) : 856-862.
164. Sagrario .H; Armida.Z; Irais.S; Javier.C; Alma.D; Evamaria L; "Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo", *Veterinaria México* ; México ; abril-junio ; (2007), ano/vol. 38 ; numero 002 ; 187- 195.
165. Godínez, G., Reyes, J.A., Zúñiga, A., Sánchez, I., Castro, J., Román, A.D., Santos, E.M., "Condiciones Microbiológicas en Cuatro Rastros Municipales del Estado de Hidalgo", *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Centro de Investigaciones Químicas; Ciudad Universitaria; 42076 Pachuca, Hidalgo, México* (2004), 321,317-323.
166. Chahed, A., "Prévalence et caractérisation de souches d'*Escherichia coli* O157 productrices de shigatoxines isolées de denrées alimentaires d'origine animale en Belgique et en Algerie". *Université de Liège*. (2007).
167. Collobert, J.,Dorey, F.,Dieuleveux, V.,Quillien, N., "Qualité bactériologique de surface de carcasses de bovins". *Sciences des aliments.* (2002), VOL 22/3, 327-334.
168. Bazri, L., "Contribution à l'appréciation de l'hygiène des abattoirs par analyse bactériologique des carcasses bovines". *Thèse de Doctorat, Vétérinaire ; Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.* (1992), *Ann. Méd. Vét.*, (1992), 140, 220-224.
169. Mac Meekin, T.A., "Microbial Spoilage of Meats", In: *Developpements of food Microbiology*, Applied science Publishing, London, (1982), 140 p.
170. Selmer Olsen, A., "Guidelines for bacterial counts on carcasses at Cato Ridge abattoir", *J. South African Veterinary Assoc.*, (1985), 56, 99-100.

171. Le Touze, J. C., Vendevre J. L., Rozier J., "Méthode d'évaluation de la qualité microbiologique des produits de la découpe primaire du porc". Viandes et Prod. Carnés, (1985), 6, 236-244.
172. Christensen, H., Soerensen, R.G., "Microbiological Measurements of hygiene in Danish abattoirs". 37 th. Int. Cong. Med. Sci. And Technology (Kulmbach), (1991), 550-553.
173. Ghafir, Y., Daube, G., "Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale", Ann. Méd. Vét, (2007), 151, 79-100.
174. Labadie, J.C., Dousset, X., Hebraud, M., "Les *Pseudomonas* et autres bactéries Gram - d'altération". In : Microbiologie alimentaire. Tome 1, Eds., Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J, Technique et Documentation: Paris, (1996), 209-220.
175. Pilet, C., Bourdon, J.L., Toma, B., Marchal, N., Balbastre, C., Bactériologie médicale et vétérinaire, Systématique bactérienne, 2<sup>ème</sup> édition.(1981), 437 p.
176. Le Minor, L., Véron, M., Bactériologie médicale, 2<sup>ème</sup> édition, (1989), 1107 p.
177. Anonyme, "Réunion régionale FAO/OMS pour le proche orient sur la sécurité sanitaire des aliments", (2005), 26 p.
178. Delcenserie, V., China, B., Gavini, F., Beerens, H., Daube, G., "Article de synthèse proposition pour un nouveau standard indicateur de la contamination d'origine fécale dans les aliments : le genre *Bifidobacterium*", Ann. Méd. Vét, (2002), 146, 279-293.
179. Anonyme, "Situation épidémiologique de l'année 2005 sur base des cas déclarés à l'Insp. Institut national de santé publique", (2005), 16 p.
180. Chmitelin, I., "Plan de contrôle de la contamination par *Salmonella* des carcasses d'animaux de boucherie en abattoir". Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales, 251 rue de vaugirard 75532 Paris cedex 15, (2004), 4 p.
181. Wood, J. D., Holder, J. S." and Mainb D. C. J., "Quality Assurance Schemes" Meat Science, Vol. 49, No. Suppl. 1, (1998), 191-203.
182. Jouve, J. L., "Microbiologie alimentaire et filière des viandes". Viandes et Prod. Carnés, (1990), 11; 6 ; bis 6 ter, 207-213.

**Appendice A**  
**Critères microbiologiques fixés pour les viandes rouges.**

Aouel Safar 1419  
27 mai 1998

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35 11

TABLEAU II  
CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES VIANDES ROUGES  
ET DE LEURS PRODUITS DERIVES

PRODUITS	n	c	m
<b>1. Carcasses ou coupes de demi-gros réfrigérées ou congelées :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 <sup>2</sup>
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence
— sulfamides	1	0	absence
<b>2. Pièces conditionnées sous vide ou non, réfrigérées ou congelées (1) :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 <sup>4</sup>
— coliformes fécaux	5	2	10 <sup>2</sup>
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	0	absence
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence
— sulfamides	1	0	absence
<b>3. Portions unitaires conditionnées, réfrigérées ou congelées et portions unitaires du commerce de détail réfrigérées ou congelées (2) :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	3	10 <sup>6</sup>
— coliformes fécaux	5	2	3.10 <sup>2</sup>
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 <sup>2</sup>
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	10
— <i>Salmonella</i>	5	0	absence
— antibiotiques	1	0	absence
— sulfamides	1	0	absence
<b>4. Viandes hachées :</b>			
— germes aérobies à 30° C	5	2	5.10 <sup>5</sup>
— coliformes fécaux	5	2	10 <sup>2</sup>
— <i>Escherichia coli</i>	5	2	50
— <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 <sup>2</sup>
— clostridium sulfito-réducteurs à 46° C	5	2	30
— <i>Salmonella</i>	5	0	abs/10g

## Appendice B Questionnaire

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA  
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES  
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES

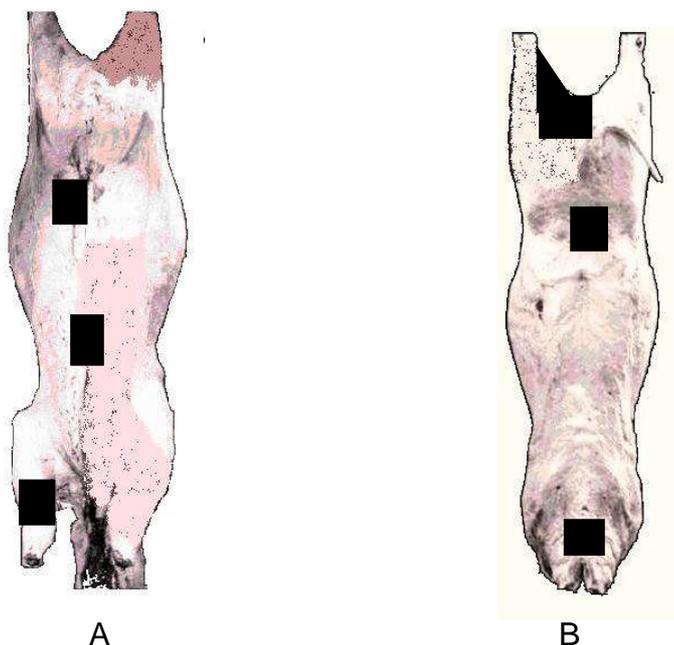
### QUESTIONNAIRE POUR UN MEMOIRE DE MAGISTERE

Nom et Prénom : .....

Abattoir de : .....

Durée d'exercice en abattoirs : .....

Parmi les régions de la carcasse bovine représentées par des bandes noires sur la figure I, entourez par un cercle trois régions que vous jugez à haut risque de contamination des viandes durant le processus d'abattage par rapport aux pratiques exercées.



**Figure I** : Les zones les plus exposées à une souillure microbienne pendant le processus d'abattage.

Commentez votre choix :

Autres régions :

.....  
**MERCI pour votre collaboration**

## **Appendice C**

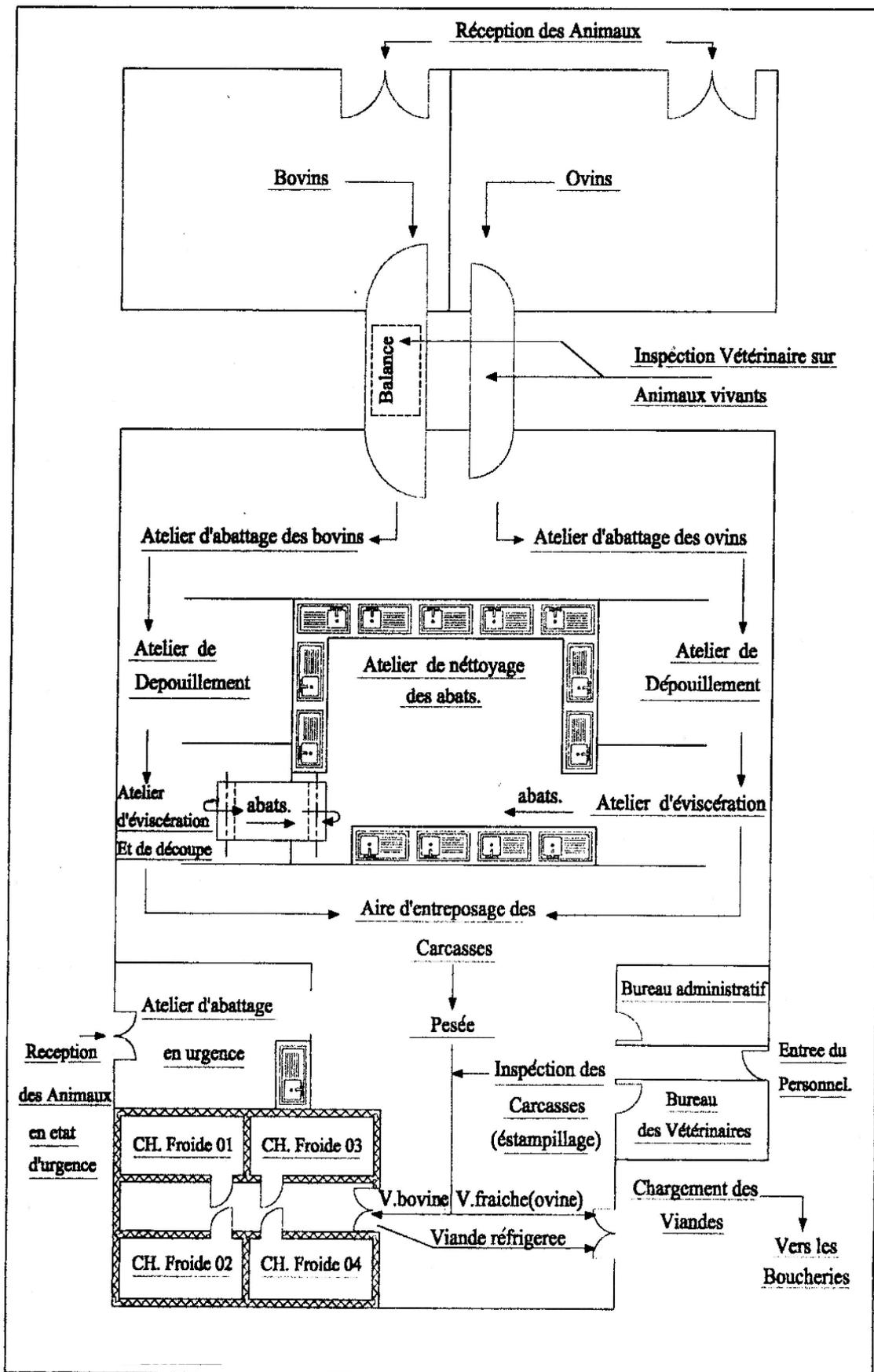
### **Description de l'abattoir de Blida**

La wilaya de Blida contient 07 tueries et un seul abattoir principal appartenant à l'A.P.C, datant depuis 1980. Ce dernier représente le principal fournisseur des viandes de boucherie destinées à la consommation ménagère dans la ville de Blida. Cet abattoir spécialisé dans l'abattage des bovins, ovins, caprins et équins, n'est principalement exploité que pour l'abattage des bovins et ovins. Sa capacité théorique maximale est de l'ordre de 20 têtes bovines et 150 têtes ovines par jour ; le prix d'abattage varie de 500 à 800 DA par tête bovine et de 100 à 200 DA par tête ovine.

Le personnel assurant le fonctionnement de cet abattoir est constitué d'une dizaine d'agents administratifs, de 5 vétérinaires et d'une trentaine d'ouvriers assurant toutes les opérations de préparation des viandes ; ce personnel travaille six jours par semaine.

Un service d'inspection vétérinaire effectue des inspections visuelles sur les viandes (inspection *ante* et *post mortem*) où il se limite de diagnostiquer et rechercher les MRLC (Maladies Réputées Légalement Contagieuses) en examinant essentiellement la carcasse et le 5<sup>ème</sup> quartier.

Le nettoyage à l'eau du robinet froide, est réalisé quotidiennement en fin de journée. Une désinfection à l'eau de Javel (12%) est effectuée une fois tous les 15 jours. Une solution d'esprit de sel est utilisée pour rincer les canalisations contre le dépôt des corps gras. Les rejets liquides seront évacués par le réseau d'assainissement public, les rejets solides, au lieu d'être éliminés par incinération, sont pris en charge par le service d'éboueur de l'A.P.C.



Plan et fonctionnement de l'abattoir de BLIDA

## **Appendice D**

### **Matériels de laboratoire**

#### ❖ Matériel de prélèvement :

- Lavette stérile de 100 cm<sup>2</sup> (14×14) ;
- Sacs stomachers ;
- Flacon d'eau peptonnée tomponnée de 100 ml ;
- Glacière ;
- Gants ;
- Blouse ;
- Boots.

#### ❖ Matériel de laboratoire :

- Appareil stomacher ;
- Microscope photonique ;
- Lames porte objet ;
- Etuves (une à 37°C et l'autre à 44°C) ;
- Réfrigérateur à 4°C ;
- Bain marie ;bec bunsen ;
- Micropipette réglée à 1000 munie de cônes à usage unique ;
- Anse de platine ;
- Pince ;
- Coton cardé ;
- Boites de pétri ;
- portoirs métalliques ;
- verrerie stérile : tubes à essai de 20 ml, tubes à hémolyse, flacons, pipettes pasteur, et pipettes graduées de 10 ml.

❖ Milieux de culture et additifs :

■ Milieux de culture solides :

- Gélose VRBL ;
- Gélose Hektoen plus additif Hektoen;
- Gélose SS ;
- Gélose nutritive ;
- Gélose TSI ;
- Gélose citrate de Simmons

■ Milieux de culture liquides :

- Eau peptonnée tamponnée ;
- Eau physiologique stérile à 0,9% ;
- Bouillon SFB (s/c) plus additif SFB ;
- Bouillon nutritif ;
- Bouillon nitrate ;
- Bouillon Clark et Lubs ;
- Bouillon Möller témoin ;
- Bouillon Möller LDC ;
- Urée indole.

❖ Réactifs et solutions de coloration :

- Rouge de méthyle ;
- VP I et VP II ;
- NR I et NR II ;
- TDA ;
- Réactif de Kovacs ;
- Disque d'ONPG ;
- Disque d'oxydase ;
- Eau oxygénée à 10 volume ;
- Huile de vaseline ;
- Huile à immersion ;

- Violet de Gentiane ;
- Lugol ;
- Alcool ;
- Fushine.

**Appendice E**  
**Statistiques journalières d'abattage de bovins à l'abattoir de Blida**

Jours	Janvier	Abattage	Jours	Fevrier	Abattage	Jours	Mars	Abattage
D	1	/	M	1	13	M	1	9
L	2	11	J	2	9	J	2	13
M	3	13	V	3	/	V	3	/
M	4	9	S	4	18	S	4	14
J	5	11	D	5	6	D	5	15
V	6	/	L	6	/	L	6	3
S	7	10	M	7	3	M	7	8
D	8	4	M	8	6	M	8	11
L	9	4	J	9	25	J	9	13
M	10	/	V	10	/	V	10	/
M	11	/	S	11	20	S	11	13
J	12	/	D	12	9	D	12	8
V	13	/	L	13	3	L	13	2
S	14	15	M	14	10	M	14	17
D	15	12	M	15	7	M	15	9
L	16	3	J	16	24	J	16	7
M	17	11	V	17	/	V	17	/
M	18	9	S	18	21	S	18	7
J	19	17	D	19	9	D	19	9
V	20	/	L	20	4	L	20	11
S	21	13	M	21	17	M	21	10
D	22	11	M	22	9	M	22	7
L	23	3	J	23	22	J	23	28
M	24	12	V	24	/	V	24	/
M	25	11	S	25	12	S	25	12
J	26	6	D	26	7	D	26	3
V	27	/	L	27	5	L	27	8
S	28	15	M	28	10	M	28	3
D	29	13				M	29	13
L	30	6				J	30	3
M	31	14				V	31	/
<b>Total</b>		<b>233</b>			<b>269</b>			<b>257</b>

Jours	Avril	Abattage	Jours	Mai	Abattage	Jours	Juin	Abattage
S	1	17	L	1	/	J	1	18
D	2	7	M	2	9	V	2	/
L	3	2	M	3	7	S	3	10
M	4	20	J	4	10	D	4	13
M	5	7	V	5	/	L	5	2
J	6	22	S	6	13	M	6	14
V	7	/	D	7	7	M	7	5
S	8	13	L	8	1	J	8	5
D	9	10	M	9	7	V	9	/
L	10	6	M	10	6	S	10	13
M	11	/	J	11	21	D	11	7
M	12	5	V	12	/	L	12	2
J	13	15	S	13	11	M	13	13
V	14	/	D	14	8	M	14	9
S	15	9	L	15	5	J	15	26
D	16	7	M	16	9	V	16	/
L	17	8	M	17	12	S	17	16
M	18	3	J	18	26	D	18	8
M	19	4	V	19	/	L	19	6
J	20	19	S	20	8	M	20	20
V	21	/	D	21	5	M	21	4
S	22	15	L	22	8	J	22	4
D	23	7	M	23	11	V	23	/
L	24	5	M	24	6	S	24	24
M	25	11	J	25	14	D	25	8
M	26	8	V	26	/	L	26	2
J	27	20	S	27	13	M	27	15
V	28	/	D	28	14	M	28	6
S	29	15	L	29	/	J	29	12
D	30	9	M	30	17	V	30	/
			M	31	8			
<b>Total</b>		<b>264</b>			<b>256</b>			<b>262</b>

Jours	Juillet	Abattage	Jours	Aout	Abattage	Jours	Septembre	Abattage
S	1	9	M	1	13	V	1	/
D	2	9	M	2	7	S	2	8
L	3	5	J	3	10	D	3	6
M	4	10	V	4	/	L	4	2
M	5	/	S	5	10	M	5	6
J	6	15	D	6	10	M	6	8
V	7	/	L	7	5	J	7	15
S	8	6	M	8	12	V	8	/
D	9	8	M	9	4	S	9	16
L	10	2	J	10	17	D	10	5
M	11	8	V	11	/	L	11	4
M	12	6	S	12	11	M	12	6
J	13	4	D	13	8	M	13	8
V	14	/	L	14	7	J	14	17
S	15	28	M	15	13	V	15	/
D	16	7	M	16	4	S	16	5
L	17	8	J	17	12	D	17	11
M	18	11	V	18	/	L	18	5
M	19	5	S	19	9	M	19	17
J	20	11	D	20	12	M	20	8
V	21	/	L	21	3	J	21	11
S	22	13	M	22	10	V	22	/
D	23	8	M	23	7	S	23	19
L	24	3	J	24	13	D	24	6
M	25	12	V	25	/	L	25	9
M	26	7	S	26	12	M	26	12
J	27	31	D	27	5	M	27	4
V	28	/	L	28	2	J	28	21
S	29	12	M	29	10	V	29	/
D	30	11	M	30	8	S	30	11
L	31	3	J	31	12			
Total		252			246			240

Jours	Octobre	Abattage	Jours	Novembre	Abattage	Jours	Decembre	Abattage
D	1	7	M	1	/	V	1	/
L	2	4	J	2	15	S	2	13
M	3	13	V	3	/	D	3	8
M	4	4	S	4	15	L	4	9
J	5	14	D	5	4	M	5	11
V	6	/	L	6	2	M	6	9
S	7	11	M	7	7	J	7	18
D	8	7	M	8	9	V	8	/
L	9	6	J	9	13	S	9	12
M	10	8	V	10	/	D	10	5
M	11	11	S	11	15	L	11	8
J	12	12	D	12	5	M	12	13
V	13	/	L	13	3	M	13	6
S	14	7	M	14	9	J	14	17
D	15	8	M	15	11	V	15	/
L	16	4	J	16	19	S	16	10
M	17	10	V	17	/	D	17	10
M	18	21	S	18	12	L	18	4
J	19	6	D	19	8	M	19	12
V	20	/	L	20	10	M	20	7
S	21	9	M	21	13	J	21	14
D	22	3	M	22	15	V	22	/
L	23	5	J	23	8	S	23	10
M	24	/	V	24	/	D	24	5
M	25	/	S	25	7	L	25	8
J	26	26	D	26	11	M	26	7
V	27	/	L	27	3	M	27	4
S	28	15	M	28	9	J	28	2
D	29	6	M	29	6	V	29	/
L	30	1	J	30	8	S	30	11
M	31	20				D	31	7
Total		238			237			240

**Appendice F**  
**Résultats des analyses bactériologiques des échantillons**

Résultats du dénombrement des Coliformes totaux :

Numéros d'ordre	Numéros d'identification de l'échantillon	Date	Coliformes totaux					
			- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6
1	01 Col	samedi 29/03/2008						
2	01 Poi							
3	01 Par							
4	02 Col							
5	02 Poi							
6	02 Par							
7	03 Col							
8	03 Poi							
9	03 Par							
10	04 Col							
11	04 Poi							
12	04 Par							
13	05 Col			112	15			
14	05 Poi			239	20			
15	05 Par			108				
16	06 Col			70				
17	06 Poi							
18	06 Par			65	32			
19	01 Col	Dimanche 06/04/2008						
20	01 Poi							
21	01 Par							
22	02 Col			63	36			
23	02 Poi							
24	02 Par							
25	03 Col							
26	03 Poi							
27	03 Par			>300	80	15		
28	04 Col							
29	04 Poi							
30	04 Par							
31	05 Col			20				
32	05 Poi			20				

33	05 Par								
34	01 Col	Lundi 14/04/2008							
35	01 Poi								
36	01 Par								
37	02 Col		50	15					
38	02 Poi								
39	02 Par		18						
40	03 Col		42						
41	03 Poi								
42	03 Par		32						
43	01 Col	Mardi 22/04/2008	>300	134					
44	01 Poi								
45	01 Par								
46	02 Col		>300	>300	>300	>300	150		
47	02 Poi		>300	>300	>300	250			
48	02 Par		>300	>300	>300	>300	>300	120	
49	03 Col		>300	>300	>300	>300	200		
50	03 Poi		>300	>300	>300	>300	250		
51	03 Par		>300	>300	>300	>300	>300	300	
52	04 Col		>300	>300	>300	>300	>300	120	
53	04 Poi		>300	>300	>300	>300	>300	200	
54	04 Par		>300	>300	>300	>300	300		
55	05 Col		>300	>300	>300	>300	>300	270	
56	05 Poi		>300	>300	>300	>300	>300	290	
57	05 Par		>300	>300	>300	>300	90		
58	06 Col		>300	>300	>300	>300	>300	120	
59	06 Poi		>300	>300	>300	>300	>300	80	
60	06 Par	>300	>300	>300	>300	180			
61	01 Col	Mercredi 30/04/2008	87	15					
62	01 Poi		17						
63	01 Par		77						
64	02 Col		125	35					
65	02 Poi		85	15					
66	02 Par		135	40					
67	03 Col		110	23					
68	03 Poi		65	20					
69	03 Par		>300	>300	46				
70	04 Col								
71	04 Poi								
72	04 Par								
73	05 Col		17						
74	05 Poi		>300	155	41				
75	05 Par		135						

76	01 Col	Jeudi 08/05/2008	>300	>300	79	19		
77	01 Poi		>300	61	23			
78	01 Par		>300	>300	>300	68		
79	02 Col		77					
80	02 Poi		>300	>300	74			
81	02 Par		66					
82	03 Col		63					
83	03 Poi							
84	03 Par		41					
85	04 Col		55					
86	04 Poi		32					
87	04 Par							
88	05 Col		39					
89	05 Poi							
90	05 Par							

Résultats du dénombrement des Coliformes thermo-tolérants :

Numéros d'ordre	Numéros d'identification de l'échantillon	Date	Coliformes thermo-tolérants					
			- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6
1	01 Col	samedi 29/03/2008						
2	01 Poi							
3	01 Par							
4	02 Col							
5	02 Poi							
6	02 Par							
7	03 Col							
8	03 Poi							
9	03 Par							
10	04 Col							
11	04 Poi							
12	04 Par							
13	05 Col		65	16				
14	05 Poi		223	15				
15	05 Par		61					
16	06 Col		48					
17	06 Poi							
18	06 Par		52	20				
19	01 Col	Dimanche 06/04/2008						
20	01 Poi							
21	01 Par							

22	02 Col		45	12				
23	02 Poi							
24	02 Par							
25	03 Col							
26	03 Poi							
27	03 Par							
28	04 Col							
29	04 Poi							
30	04 Par							
31	05 Col		15					
32	05 Poi							
33	05 Par							
34	01 Col	Lundi 14/04/2008						
35	01 Poi							
36	01 Par							
37	02 Col		24					
38	02 Poi							
39	02 Par							
40	03 Col		33					
41	03 Poi							
42	03 Par							
43	01 Col	Mardi 22/04/2008	>300	104				
44	01 Poi							
45	01 Par							
46	02 Col		>300	147	116			
47	02 Poi		>300	170	163			
48	02 Par							
49	03 Col		>300	>300	>300	>300	80	
50	03 Poi		>300	>300	>300	120		
51	03 Par		300	120				
52	04 Col							
53	04 Poi		250	15				
54	04 Par		>300	>300	>300	>300	200	
55	05 Col		142	112				
56	05 Poi		>300	146	110			
57	05 Par		>300	180	156			
58	06 Col		>300	>300	200	70		
59	06 Poi	>300	>300	>300	250			
60	06 Par	148	42					
61	01 Col	Mercredi	78					
62	01 Poi	30/04/2008						

63	01 Par						
64	02 Col		108	18			
65	02 Poi		18				
66	02 Par		118				
67	03 Col		102				
68	03 Poi		16				
69	03 Par		114				
70	04 Col						
71	04 Poi						
72	04 Par						
73	05 Col		17				
74	05 Poi		56				
75	05 Par		109				
76	01 Col	Jeudi	51				
77	01 Poi	08/05/2008	35	15			
78	01 Par		>300	63	16		
79	02 Col		20				
80	02 Poi		66				
81	02 Par						
82	03 Col						
83	03 Poi						
84	03 Par						
85	04 Col		29				
86	04 Poi						
87	04 Par						
88	05 Col		34				
89	05 Poi						
90	05 Par						

Résultats du dénombrement d' *E.coli* :

Numéros d'ordre	Numéros d'identification de l'échantillon	Date	<i>E.coli</i>			Colonies suspectes de <i>Salmonella</i>	Salmonelles identifiées
			- 1	- 2	- 3		
1	01 Col	samedi 29/03/2008					
2	01 Poi						
3	01 Par						
4	02 Col						
5	02 Poi						
6	02 Par						

7	03 Col					
8	03 Poi					
9	03 Par					
10	04 Col					
11	04 Poi					
12	04 Par					
13	05 Col		3/3	2/3	x	Absence
14	05 Poi		1/3	2/3		
15	05 Par		3/3			
16	06 Col					
17	06 Poi					
18	06 Par		1/3	2/3	x	Absence
19	01 Col	Dimanche				
20	01 Poi	06/04/2008				
21	01 Par					
22	02 Col				x	Absence
23	02 Poi					
24	02 Par					
25	03 Col					
26	03 Poi					
27	03 Par					
28	04 Col					
29	04 Poi					
30	04 Par					
31	05 Col		2/3			
32	05 Poi					
33	05 Par					
34	01 Col	Lundi				
35	01 Poi	14/04/2008				
36	01 Par					
37	02 Col		3/3			
38	02 Poi					
39	02 Par					
40	03 Col		3/3			
41	03 Poi					
42	03 Par					
43	01 Col	Mardi		3/3		
44	01 Poi	22/04/2008				
45	01 Par					
46	02 Col					
47	02 Poi					
48	02 Par					
49	03 Col				x	Absence

50	03 Poi						
51	03 Par		1/3				
52	04 Col				x	Absence	
53	04 Poi						
54	04 Par						
55	05 Col						
56	05 Poi						
57	05 Par				x	Absence	
58	06 Col						
59	06 Poi						
60	06 Par		2/3		x	Absence	
61	01 Col	Mercredi 30/04/2008					
62	01 Poi						
63	01 Par						
64	02 Col			1/3			
65	02 Poi					x	Absence
66	02 Par					x	Absence
67	03 Col						
68	03 Poi						
69	03 Par			3/3			
70	04 Col					x	Absence
71	04 Poi						
72	04 Par					x	Absence
73	05 Col			1/3			
74	05 Poi		2/3				
75	05 Par						
76	01 Col	Jeudi 08/05/2008	3/3				
77	01 Poi					x	Absence
78	01 Par					x	Absence
79	02 Col			1/3		x	Absence
80	02 Poi						
81	02 Par						
82	03 Col						
83	03 Poi						
84	03 Par					x	Absence
85	04 Col			1/3		x	Absence
86	04 Poi						
87	04 Par						
88	05 Col			3/3			
89	05 Poi						
90	05 Par						

### Appendice G Charge bactérienne par régions

Résultats du dénombrement en germes/cm<sup>2</sup> :

Numéros d'ordre	Numéros d'identification de l'échantillon	Date	Nombre des Coliformes totaux	Nombre des Coliformes thermo-tolérants	<i>E.coli</i>	
1	01 Col	Samedi 29/03/2008				
2	01 Poi					
3	01 Par					
4	02 Col					
5	02 Poi					
6	02 Par					
7	03 Col					
8	03 Poi					
9	03 Par					
10	04 Col					
11	04 Poi					
12	04 Par					
13	05 Col		1,1. 10 <sup>3</sup>	7,4. 10 <sup>2</sup>	6,9. 10 <sup>2</sup>	
14	05 Poi		2,3. 10 <sup>3</sup>	2,2. 10 <sup>3</sup>	7,6. 10 <sup>2</sup>	
15	05 Par		9,8. 10 <sup>2</sup>	5,5. 10 <sup>2</sup>	5,5. 10 <sup>2</sup>	
16	06 Col		6,4. 10 <sup>2</sup>	4,4. 10 <sup>2</sup>		
17	06 Poi					
18	06 Par		8,8. 10 <sup>2</sup>	6,5. 10 <sup>2</sup>	1,5. 10 <sup>2</sup>	
19	01 Col	Dimanche 06/04/2008				
20	01 Poi					
21	01 Par					
22	02 Col			9. 10 <sup>2</sup>	4,1. 10 <sup>2</sup>	
23	02 Poi					
24	02 Par					
25	03 Col					
26	03 Poi					
27	03 Par			8,6. 10 <sup>3</sup>		
28	04 Col					
29	04 Poi					
30	04 Par					

31	05 Col	Lundi 14/04/2008	$1,8. 10^2$	$1,4. 10^2$	$0,9.10^2$
32	05 Poi		$1,8. 10^2$		
33	05 Par				
34	01 Col				
35	01 Poi				
36	01 Par				
37	02 Col		$5,9. 10^2$	$2,9. 10^2$	$2,2. 10^2$
38	02 Poi				
39	02 Par		$1,6. 10^2$		
40	03 Col		$3,8. 10^2$	$3. 10^2$	$3. 10^2$
41	03 Poi				
42	03 Par	$2,9. 10^2$			
43	01 Col	Mardi 22/04/2008	$1,2. 10^4$	$9,4. 10^3$	$9,4. 10^3$
44	01 Poi				
45	01 Par				
46	02 Col		$1,4. 10^7$	$2,4. 10^4$	
47	02 Poi		$2,3. 10^6$	$3. 10^4$	
48	02 Par		$1,1. 10^8$		
49	03 Col		$1,8. 10^8$	$7,3. 10^6$	
50	03 Poi		$2,3. 10^7$	$1,1. 10^6$	
51	03 Par		$2,7. 10^8$	$3,8. 10^3$	$9,0. 10^2$
52	04 Col		$1,1. 10^8$		
53	04 Poi	$1,8. 10^8$	$2,4. 10^3$		
54	04 Par	$2,7. 10^7$	$1,8. 10^7$		
55	05 Col	$2,4. 10^8$	$2,3. 10^3$		
56	05 Poi	$2,6. 10^8$	$2,3. 10^4$		
57	05 Par	$8,2. 10^6$	$3. 10^4$		
58	06 Col	$1,1. 10^8$	$2,4. 10^5$		
59	06 Poi	$7,3. 10^7$	$2,3. 10^6$		
60	06 Par	$1,6. 10^7$	$1,7. 10^3$	$2,5.10^3$	
61	01 Col	Mercredi 08/05/2008	$9,2. 10^2$	$7,0. 10^2$	
62	01 Poi		$1,5. 10^2$		
63	01 Par		$7,0. 10^2$		
64	02 Col		$1,4. 10^3$	$1,1. 10^3$	$3,2. 10^2$
65	02 Poi		$9,0. 10^2$	$1,6. 10^2$	
66	02 Par		$1,5. 10^3$	$1,0. 10^3$	
67	03 Col		$1,2. 10^3$	$9,2. 10^2$	
68	03 Poi		$7,7. 10^2$	$1,4. 10^2$	
69	03 Par		$4,1. 10^4$	$1,0. 10^3$	$1,0. 10^3$
70	04 Col				
71	04 Poi				
72	04 Par				
73	05 Col		$1,5. 10^2$	$1,5. 10^2$	$0,5. 10^2$

74	05 Poi	Jeudi 10/05/2008	$1,7. 10^4$	$5,0. 10^2$	$3,4. 10^2$
75	05 Par		$1,2. 10^3$	$9,9. 10^2$	
76	01 Col		$8,9. 10^4$	$4,6. 10^2$	$4,6. 10^2$
77	01 Poi		$7,6. 10^3$	$4,5. 10^2$	
78	01 Par		$6,1. 10^5$	$7,1. 10^3$	
79	02 Col		$7,0. 10^2$	$1,8. 10^2$	$0,6. 10^2$
80	02 Poi		$6,7. 10^4$	$6,0. 10^2$	
81	02 Par		$6,0. 10^2$		
82	03 Col		$5,7. 10^2$		
83	03 Poi				
84	03 Par		$3,7. 10^2$		
85	04 Col		$5,0. 10^2$	$2,6. 10^2$	$0,9. 10^2$
86	04 Poi		$2,9. 10^2$		
87	04 Par				
88	05 Col		$3,5. 10^2$	$3,0. 10^2$	$3,1. 10^2$
89	05 Poi				
90	05 Par				

**Appendice H**  
**Charges bactériennes moyennes quotidiennes des carcasses en**  
**(germes/cm<sup>2</sup>) et en (log ufc/cm<sup>2</sup>)**

Carcasses		Moyenne quotidienne (germes/cm <sup>2</sup> )	log moyen ufc/cm <sup>2</sup>	log moyen quotidien (ufc/cm <sup>2</sup> )
29/03/08	1 <sup>ère</sup>	0	0	0,91
	2 <sup>ème</sup>	0	0	
	3 <sup>ème</sup>	0	0	
	4 <sup>ème</sup>	0	0	
	5 <sup>ème</sup>	1,1.10 <sup>3</sup>	3,04	
	6 <sup>ème</sup>	3,0.10 <sup>2</sup>	2,47	
06/04/08	1 <sup>ère</sup>	0	0	1,46
	2 <sup>ème</sup>	2,2.10 <sup>2</sup>	2,34	
	3 <sup>ème</sup>	9,7.10 <sup>2</sup>	2,98	
	4 <sup>ème</sup>	0	0	
	5 <sup>ème</sup>	9,6.10 <sup>1</sup>	1,98	
14/04/08	1 <sup>ère</sup>	0	0	1,42
	2 <sup>ème</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	2,14	
	3 <sup>ème</sup>	1,4.10 <sup>2</sup>	2,14	
22/04/08	1 <sup>ère</sup>	3,4.10 <sup>3</sup>	3,53	6,83
	2 <sup>ème</sup>	1,4.10 <sup>7</sup>	7,14	
	3 <sup>ème</sup>	5,4.10 <sup>7</sup>	7,73	
	4 <sup>ème</sup>	3,5.10 <sup>7</sup>	7,54	
	5 <sup>ème</sup>	5,6.10 <sup>7</sup>	7,74	
	6 <sup>ème</sup>	2,2.10 <sup>7</sup>	7,34	
30/04/08	1 <sup>ère</sup>	2,7.10 <sup>2</sup>	2,43	2,46
	2 <sup>ème</sup>	7,1.10 <sup>2</sup>	2,85	
	3 <sup>ème</sup>	5,0.10 <sup>3</sup>	3,69	
	4 <sup>ème</sup>	0	0	
	5 <sup>ème</sup>	2,3.10 <sup>3</sup>	3,36	
08/05/08	1 <sup>ère</sup>	7,7. 10 <sup>4</sup>	4,88	2,96
	2 <sup>ème</sup>	7,7.10 <sup>3</sup>	3,88	
	3 <sup>ème</sup>	1,0.10 <sup>2</sup>	2,0	
	4 <sup>ème</sup>	1,2.10 <sup>2</sup>	2,07	
	5 <sup>ème</sup>	1,0.10 <sup>2</sup>	2,0	