

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945, Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et l'Univers



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

**Domaine : Science de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Microbiologie Appliquée**

**Département : Ecologie et Génie de l'Environnement**

### **Thème**

**Evaluation de la qualité microbiologique des viandes rouge et blanche Vendues dans la région de Guelma (Nord-est algérien)**

**Présenté par : AHMED CHAOUCH Zeyneb et BOUCHAHED Amina**

**Devant le jury composé de :**

<b>Président</b>	<b>ROUBI Abdelhakim (MCA)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examineur</b>	<b>MALEK Insaf (MCB)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Encadrant</b>	<b>HOUHAMDI Moussa (Prof.)</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Co-encadrante</b>	<b>HALLACI Somia (Doctorante)</b>	<b>Université de Guelma</b>

**Juin 2025**

# *Dédicaces*



*A nos familles et nos amis  
et à la promotion sortante Microbiologie Appliquée 2024/2025*

## ***Remerciements***



Louange à **Dieu**, Seigneur des mondes, qui nous a accordé la force, la santé, la patience et la sagesse tout au long de ce parcours. C'est par Sa volonté que nous avons pu surmonter les difficultés, garder espoir face aux épreuves, et franchir chaque étape de ce travail avec détermination. À Lui reviennent nos remerciements les plus sincères et notre infinie reconnaissance.

Nous souhaitons tout d'abord adresser notre gratitude la plus profonde à **nos chers parents**, piliers de notre existence. Par leur amour inconditionnel, leurs sacrifices silencieux, leur soutien moral inestimable et leurs prières discrètes mais constantes, ils ont toujours cru en nous, même dans nos moments de doute. Ce travail est aussi le fruit de leur patience et de leur foi en notre réussite. Que ces lignes leur témoignent notre éternelle reconnaissance.

Nos remerciements les plus sincères vont également à notre encadreur, Monsieur **Houhamdi Moussa**, pour sa disponibilité, son écoute, et surtout la richesse de ses conseils tout au long de cette aventure. Son exigence bienveillante, son accompagnement méthodique et son engagement envers notre progression ont été pour nous une source d'inspiration et un véritable guide. Sa confiance nous a motivées à donner le meilleur de nous-mêmes. Qu'il trouve ici l'expression de toute notre gratitude et notre respect, et un remerciement pour la Co encadreur **Hallaci Somia**.

Nous tenons aussi à remercier notre sœur et camarade **Sofia Soudani**, qui a été bien plus qu'une collaboratrice. Par sa générosité, sa solidarité, et son soutien constant, elle a su illuminer ce chemin parfois ardu. Sa présence a été un véritable réconfort dans les moments d'incertitude, et sa détermination a renforcé la nôtre, et un grand remerciements à Monsieur **Djeradi Abderrahmane, Aboud Djahida, Boumaza Radja** .

Nous tenons à remercier sincèrement notre ingénieur de laboratoire "**Amina**" pour son aide précieuse et son accompagnement tout au long de notre travail de mémoire.

Ce mémoire porte aussi la trace de son engagement sincère à nos côtés. Nos remerciements s'adressent ensuite à **l'ensemble des enseignants** de notre parcours, dont le dévouement et la passion pour l'enseignement ont marqué nos esprits et nourri notre curiosité. Grâce à leur transmission de savoir, à leurs encouragements et à leur rigueur, nous avons acquis les outils nécessaires pour développer notre pensée, structurer notre réflexion, et mener à bien ce travail.

Enfin, nous n'oublions pas *toutes les personnes* qui, de près ou de loin, nous ont soutenues, encouragées ou inspirées au cours de cette aventure. À *nos familles, nos ami(e)s, nos camarades* de promotion, et à tous ceux qui ont cru en nous : merci. Ce mémoire est l'aboutissement d'un long chemin, mais aussi le point de départ d'une nouvelle étape, que nous abordons avec humilité, espoir et gratitude.



## **Résumé**

Dans ce présent travail s'intéressant à l'évaluation de la qualité microbiologique des viandes rouges et blanches commercialisées dans la région de Guelma, au nord-est de l'Algérie, nous avons analysé sept échantillons de viande rouge et blanche prélevés dans différentes boucheries de la ville de Guelma, pendant les mois de septembre et de février. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de microbiologie de l'Université 8 Mai 1945 Guelma. Les résultats ont montré une contamination microbienne variable d'un échantillon à l'autre. Ainsi, une flore mésophile aérobie a été détectée, accompagnée de coliformes totaux et fécaux, ce qui indique des conditions d'hygiène souvent insuffisantes. Des bactéries pathogènes ont été identifiées et certaines souches se sont révélées multirésistantes aux antibiotiques, ce qui soulève des préoccupations en matière de santé publique. Nos résultats témoignent de lacunes dans le respect des normes d'hygiène dans certaines boucheries. Le travail met en évidence la nécessité de renforcer les contrôles microbiologiques réguliers, de former le personnel manipulant les viandes et de sensibiliser les consommateurs aux bonnes pratiques d'hygiène, notamment le respect de la chaîne du froid, la cuisson complète des viandes, et le lavage des mains.

**Mots clés:** Viande, contamination, bactériologie, résistance aux antibiotiques.

## **Abstract**

In this study, focusing on the evaluation of the microbiological quality of red and white meats sold in the Guelma region, in northeastern Algeria, we analyzed seven samples of red and white meat collected from various butcher shops in the city of Guelma during the months of September and February. The analyses were conducted at the microbiology laboratory of the University of May 8, 1945, Guelma. The results showed variable microbial contamination from one sample to another. Aerobic mesophilic flora was detected, along with total and fecal coliforms, indicating often inadequate hygiene conditions. Pathogenic bacteria were identified, and some strains proved to be multi-drug resistant, raising public health concerns. Our findings reveal shortcomings in the compliance with hygiene standards in certain butcheries. This study highlights the need to strengthen regular microbiological controls, to train personnel handling meat, and to raise consumer awareness of good hygiene practices, including maintaining the cold chain, thoroughly cooking meat, and handwashing.

**Keywords:** Meat, contamination, bacteriology, antibiotic resistance.

## الملخص

في هذا العمل الذي يهدف إلى تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحوم الحمراء والبيضاء المعروضة للبيع في منطقة قالمة، شمال شرق الجزائر، قمنا بتحليل سبع عينات من اللحوم الحمراء والبيضاء تم جمعها من مختلف محلات الجزارة في مدينة قالمة، خلال شهري سبتمبر وفبراير. وقد أجريت التحاليل في مخبر علم الأحياء الدقيقة بجامعة 8 ماي 1945 قالمة. أظهرت النتائج تلوثاً ميكروبياً متغيراً من عينة إلى أخرى. حيث تم الكشف عن وجود فلورا هوائية محبة للحرارة المتوسطة، إلى جانب القولونيات الكلية والبرازية، مما يدل على ظروف صحية غير كافية في كثير من الأحيان. كما تم تحديد بكتيريا ممرضة، وتبين أن بعض السلالات متعددة المقاومة للمضادات الحيوية، مما يثير مخاوف تتعلق بالصحة العامة. تشير نتائجنا إلى وجود نقائص في الالتزام بالمعايير الصحية في بعض محلات الجزارة. ويبرز هذا العمل ضرورة تعزيز المراقبة الميكروبيولوجية المنتظمة، وتدريب العاملين في مجال اللحوم، وتوعية المستهلكين بالممارسات الصحية الجيدة، مثل احترام سلسلة التبريد، والطهي الجيد للحوم، وغسل اليدين.

**الكلمات المفتاحية:** اللحم، التلوث، علم الجراثيم، مقاومة المضادات الحيوية.

## La liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Composition de la viande	4
2	Bactéries et température de croissance	11
3	Présentation des points de prélèvements	21
4	Synthèse des paramètres microbiologique des milieux de culture employés	23
5	Source d'échantillonnage	44
6	Résultats des coliformes totaux et fécaux	44
7	Résultats des Streptocoques totaux et fécaux	44
8	Aspect macroscopique des colonies isolées	45-48
9	Aspect microscopique	48-53
10	Résultats de l'identification par les API système (API 20 E, API 20 NE)	53
11	Résultats de l'identification biochimique complémentaires	55
12	Résultats de l'antibiogramme	56
13	Résultats des ASR	57

## La liste des figures

N°	Titre	Page
1	Cycle de la couleur de la viande	6
2	Photo de <i>Pseudomonas</i>	13
3	Photo d'entérobactérie	14
4	Photo de <i>Salmonella</i>	15
5	Photo de <i>E. coli</i>	16
6	Photo de <i>listeria monocytogenes</i>	17
7	Photo de <i>Staphylococcus aureus</i>	17
8	Photo de <i>clostridium botulinum</i>	18
9	Photo de <i>clostridium perfringens</i>	18
10	Photo de <i>Campylobacter</i> spp	19
11	Photo de <i>yersinia</i>	19
12	Préparation de la solution mère (Schéma original)	22
13	Préparation de la dilution décimale (Photo originale)	23
14	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Schéma original)	27
15	Enrichissement à partir du milieu SFB (Photo originale).	29
16	Protocole de recherche des salmonelles (Schéma original)	30
17	Protocole de recherche des Streptocoques	32
18	Schéma de recherche et dénombrement des levures et moisissures (Schéma original)	34
19	Schéma représentant la recherche des Anaérobies Sulfito- réducteurs (Schéma original)	35
20	Les étapes de la technique de la coloration de Gram	37

21	Les étapes de la technique de la coloration simple	37
22	Test catalase	37
23	Test oxydase	38
24	Présentation de la galerie API 20 E (Photo originale)	40
25	Présentation de la galerie API 20 NE (Photo originale)	41
26	Présentation de la galerie Staph (Photo originale)	42
27	Dépôt des antibiotiques sue le milieu Muller-Hinton (photo original)	42
28	<i>Proteus mirabilis</i> (Photo originale)	53
29	<i>Breundimonas vésiculaires</i> (Photo originale)	53
30	<i>Pasteurelle</i> spp (Photo originale)	54
31	<i>Escherichia coli</i> (Photo originale)	54
32	<i>Staphylococcus lentus</i> (Photo originale)	54
33	<i>Staphylococcus xylosus</i> (Photo originale)	54
34	<i>Aeromonas</i> spp (Photo originale)	54
35	<i>Salmonella</i> spp (Photo original)	54
36	Exemple d'antibiogramme (photo original)	56
37	Graphique 1: Bactéries Gram-	56
38	Graphique 2 : Bactéries Gram +	57
39	Résultats des ASR (Photo originale)	67

## La liste des abréviations

**NPP** : Nombre le plus probable

**SS** : milieu sélectif pour *Salmonella-Shigella*

**Spp** : Mélange indissociables d'espèces

**P** : prélèvement

**FMAT** : Flore Mésophile Aérobie Totale

**DSP** : Direction de la Santé et de la Population

**SM** : Solution Mère

**API** : Analytical Profile Index

**SFB** : Bouillon au Sélénite

**MH**: Gélose Mueller-Hinton

**AMC** : Amoxicilline

**G** : Gentamicine

**P** : Pénicilline

**VA** : Vancomycin

**ADH** : décarboxylation de l'acide aminé arginine par l'arginine dihydrolase

**H<sub>2</sub>S** : production de sulfure d'hydrogène

**URE** : test de l'enzyme uréase

**TDA (Tryptophane désaminase)** : détection de l'enzyme tryptophane désaminase : réactif à mettre - Chlorure ferrique.

**IND** : Test Indole - production d'indole à partir de tryptophane par l'enzyme tryptophanase. Réactif - L'indole est détecté par l'ajout du réactif de Kovac.

**VP** : le test de Voges-Proskauer pour la détection de l'acétoïne (acétylméthylcarbinol) produite par fermentation du glucose par des bactéries utilisant la voie du butylène glycol

**D** : Diamètre critique

**d** : diamètre de la zone d'inhibition

## Table des matières

**Résumé**

**Abstract**

ملخص

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

Introduction.....1

## **Chapitre I : Généralités sur les viandes**

I.1. Définition.....	3
I.2. Classification des viandes.....	3
I.3. Composition nutritionnelle des viandes .....	3
I.4. L'importance de la viande dans L'alimentation humaine .....	4
I.5. La qualité microbiologique des viandes .....	4
I.5.1. Qualité organoleptique.....	4
I.5.1.1. La couleur .....	5
I.5.1.2. La tendreté.....	6
I.5.1.3. La Flaveur .....	6
I.5.1.4. La jutosité.....	7
I.5.2. Qualité des nutriments .....	7
I.5.3. Qualité en matière d'hygiène.....	7
I.5.4. Qualité d'utilisation.....	7
I.2. Microbiologie de la viande .....	7
I.2.1. Contamination des viandes .....	7
I.2.1.1. Origine de la contamination.....	8
I.2.1.1.1. Origines endogènes.....	8
I.2.1.1.2. Origines exogènes.....	9
I.2.1.1.2.1. Contamination à partir du personnel.....	9
I.2.1.1.2.2. Équipements et infrastructures .....	9
I.2.1.1.2.3. Environnement.....	9
I.2.1.1.2.3.1. Eau .....	9
I.2.1.1.2.3.2. Sol .....	10

I.2.1.1.2.3.3. L'air .....	10
I.2.1.2. Conditions de la prolifération des microorganismes de la viande.....	10
I.2.1.2.1.Activité de l'eau (Aw) .....	10
I.2.1.2.2.Potentiel hydrogène (pH).....	11
I.2.1.2.3.Température.....	11
I.2.1.2.4.Tension de l'oxygène.....	11
I.2.1.2.5.Éléments nutritionnels .....	12
I.3 Bactériologie des viandes .....	12
I.3.1. la flore Mésophiles aérobies totale .....	12
I.3.2. Les Pseudomonas .....	13
I.3.3. Les Entérobactéries .....	14
I.3.4. Coliformes totaux et fécaux .....	14
I.3.5. Salmonella.....	15
I.3.6. Escherichia coli .....	15
I.3.7. Listeria monocytogenes.....	16
I.3.8. Staphylococcus aureus.....	17
I.3.9. Les Clostridium.....	17
I.3.10. Campylobacter et Yersinia enterocolitica .....	18

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

I.1. Objectif du travail.....	21
I.2. Échantillonnage.....	21
I.3. Présentations des points de prélèvement .....	21
2.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales et Milieux de culture employés .....	22
2.4.2Recherche et Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) .....	24
2.4.3.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	25
2.4.4. Recherche des germes pathogènes.....	27
2.4.4.1. Recherche et identification des Staphylocoques .....	27
2.4.4.2. Recherche des Salmonelles .....	28

2.4.4.3. Recherche et dénombrement des streptocoques .....	30
2.4.4.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	32
2.4.4.5. Recherches et dénombrement des spores Clostridium sulfito-réductrice.....	34
II.5. Etude Macroscopiques .....	35
II.6. Etude macroscopique .....	35
II.6.1. Examen microscopique à l'état frais .....	35
II.6.2. Examen microscopique après coloration de Gram .....	36
II.6.3. La coloration au bleu de méthylène .....	37
II.7. Tests d'identification complémentaire .....	37
II.8. Identification par les galeries API.....	38
II.9. Antibiogramme .....	42

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

III.1. Source d'échantillonnage .....	44
III.2. Résultats des coliformes totaux et fécaux streptocoques totaux et fécaux .....	44
III.3. Aspect Macroscopique des colonies isolées .....	45
III.4. Aspect Microscopique.....	48
III.5. Résultats de l'identification par les API systèmes (API 20 E, API 20 NE).....	53
III.8. Discussion .....	58
Conclusion .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Références Bibliographiques .....	64

# *Introduction*

## ***Introduction***

---

Un bon état de santé découle d'une nutrition adéquate qui est synonyme d'une alimentation équilibrée. Cette nutrition ne doit pas se limiter à fournir de l'énergie, elle doit aussi répondre aux besoins en nutriments essentiels pour le fonctionnement optimal du corps **(Rozier et al., 1985)**.

La viande et ses produits dérivés ont une importance significative dans notre régime alimentaire, tant pour des motifs nutritionnels. Effectivement, la viande, grâce à sa forte teneur en eau et en protéines de qualité supérieure, est un aliment essentiel pour une diète équilibrée. Toutefois, ces mêmes facteurs en font un milieu propice à la multiplication microbienne **(Cliquart et al., 1999)**.

La majorité des micro-organismes qui contaminent les carcasses lors des différentes phases de l'abattage (le plumage et l'éviscération) sont saprophytes. Ceci concerne des bactéries, des levures et des moisissures. Il s'agit de micro-organismes d'altération qui entraînent la décomposition de la viande.

De plus, la possibilité de présence de micro-organismes pathogènes à l'origine de toxico-infections alimentaires existe. On la retrouve fréquemment associée à des problèmes d'hygiène. Ces empoisonnements, généralement provoqués par : *Salmonella* spp, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* et autres, peuvent avoir des conséquences sévères **(Cottin et al., 1985)**.

Les micro-organismes présents dans les viandes peuvent également entraîner des changements organoleptiques et affecter les caractéristiques commerciales, ou représenter une menace pour la santé publique du fait de leur potentiel pathogène pour l'homme, Donc, la contamination peut être causée par des individus (germes présents sur la peau, les mains, les intestins, la gorge ou encore les plaies).

On considère comme source de contamination la terre, la poussière, les eaux usées, l'eau de surface, le fumier et les aliments qui ont déjà subi des altérations **(Hammoudi et Riad, 2013)**. D'après **(Ndiaye, 2002)**. Elle peut également se produire par le biais d'instruments mal nettoyés, d'animaux domestiques et de compagnie, d'animaux nuisibles ou d'animaux tués dans des conditions sanitaires déplorable.

Notre travail s'inscrit dans une démarche visant à évaluer la qualité microbiologique des viandes rouges et blanche commercialisées dans différents points de vente de la région de Guelma, à travers le dénombrement et l'identification des flores bactériennes d'intérêt hygiénique et sanitaire. Elle consiste à mettre en évidence les principaux germes présents et à

## ***Introduction***

---

déterminer le niveau de contamination en fonction des conditions de manipulation et de conservation observées, les analyses des échantillons ont été effectués au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université de 8 Mai 1945.

Pour atteindre ces objectifs, notre travail s'est articulé autour de trois parties : La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique, divisée en deux chapitres. La première traite de la qualité des viandes et de leur consommation, tandis que le second aborde la bactériologie appliquée à ce type d'aliment. La deuxième partie présente la méthodologie adoptée pour la réalisation de l'étude expérimentale. Enfin, la troisième partie est dédiée à la présentation, à l'analyse et à la discussion des résultats obtenus. Une conclusion clôturera ce modeste mémoire. Elle est suivie par des mesures de prévention et des perspectives.

*Chapitre I*  
*Généralités sur les viandes*

**I.1. Définition**

La viande est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive.

Elle est considérée comme la principale source de protéines animales, en raison de sa haute teneur en acides aminés essentiels qui lui confère le statut de protéine noble (**Benaissa, 2011**).

La viande se réfère à tous les aliments qui composent les tissus musculaires accompagnés de graisse, de nerfs et de sang, sans oublier la triperie et les abats (**Hammoudi et Riad, 2013**).

Le terme viande provient du latin « vivanda », signifiant ce qui est essentiel à la vie, car les protéines qu'elle contient sont vitales pour tout être vivant ; Dans le domaine technologique, la viande est le produit issu du processus d'évolution après la mort. Elle est composée de proportions variées de tissus (**Dumont et Vallin, 1982**).

**I.2. Classification des viandes**

\*D'après l'OIE, la viande se réfère à toutes les parties d'un animal qui peuvent être consommées, en fonction de l'origine de cet animal.

Il est possible de catégoriser les viandes en :

\*viandes d'élevage : (issues des bovins, ovins, caprins, volailles et lapins) d'élevage.

\* Gibier (produit de la chasse en général, ou viandes d'animaux sauvages) (**Kantati, 2011**).

On peut également classer les viandes sur la base des caractéristiques biochimiques des muscles. En fonction de la quantité de myoglobine et du type de fibre musculaire le plus prévalent, on fait donc la distinction suivante :

\*Les viandes rouges : qui sont abondantes en myoglobine et en fibres de type I ou fibres à contraction lente (bœuf, mouton)

\*Les viandes blanches, faibles en myoglobine mais riches en fibres de type II, notamment fibres encore de contraction rapide (**Coibion, 2008**).

**I.3. Composition nutritionnelle des viandes**

A composition de la viande peut varier entre différents animaux et chez un même animal. Même créature d'un muscle à l'autre. Cependant, il existe une composition moyenne qui est indiquée dans le (Tableau 1).

**Tableau 1** : Composition de la viande (Ouali, 1991)

Composants	Pourcentage %
Eau	75
Protéines	15.5
Lipides	3
Substances azotées non protéique	1.5
Glucides et Catabolites	1
Composes minéraux	1

#### I.4. L'importance de la viande dans L'alimentation humaine

La viande joue un rôle crucial dans le régime alimentaire de l'homme. Elle est reconnue pour sa haute valeur nutritive et constitue une source d'éléments nutritifs indispensables à la croissance et à la santé, à condition d'être intégrée dans un régime alimentaire équilibré. Elle offre de l'énergie, des protéines, des acides aminés indispensables, des lipides et des micronutriments primordiaux, y compris le zinc, le fer, le phosphore, le sodium et le sélénium aux côtés des vitamines A, B12, l'acide folique et la niacine (Chikwanhaa et *al.*, 2017 ; Bohrer, 2017 ; Wood, 2017 ; Pereira, 2013 et Biesalski, 2005).

#### I.5. La qualité microbiologique des viandes

Selon la norme ISO 8402, la qualité peut être décrite comme « L'accumulation des attributs et propriétés d'un service ou produit qui lui donne la capacité à répondre à des exigences explicites ou implicites ». Autrement dit, la qualité est synonyme de satisfaction pour le client ou l'utilisateur, et elle concerne en effet tous les acteurs qui recherchent des contentements liés, bien sûr, à la rentabilité de leurs opérations (Girard, 1990). Ainsi, la qualité perçue par certains ne correspond pas forcément à celle perçue par d'autres, et les jugements sur la qualité peuvent parfois sembler contradictoires. Le concept de qualité intrinsèque des viandes est une notion subjective qui repose sur des facteurs plus ou moins vérifiables : Caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles, hygiéniques et sanitaires (Frayasse et Darre, 1989).

##### I.5.1. Qualité organoleptique

Ce sont des traits qui sont perçus par les sens du consommateur. Elles englobent l'apparence et la couleur, le goût et le parfum, l'odeur et la flaveur, mais aussi la densité et la texture d'un aliment. Ainsi, elles ont une importance primordiale dans la préférence

alimentaire. On évoque également les propriétés sensibles. On peut classer ces sensations selon trois modalités :

- Qualitative : qui définit les attributs de l'objet, c'est-à-dire, les caractéristiques de ce qui est perçu.
- Quantitative : indiquant l'intensité de cette sensation. Hédoniste, désignant le plaisir éprouvé par l'individu.

Le sens gustatif est limité à quatre saveurs pour un aliment : sucré, salé, amer, acide. Alors que le sens olfactif permet de discerner un grand panel de variétés odorantes. Les molécules odorantes parviennent à stimuler les zones sensibles soit directement par le nez (odeur ou parfum), soit par voie rétro-nasale (arôme) (Coibion, 2008).

#### **I.5.1.1. La couleur**

La première caractéristique que perçoit le consommateur est la couleur. Elle est conditionnée par la fraîcheur du produit alimentaire. La myoglobine, une chromoprotéine, est le pigment majeur qui confère la couleur à la viande. La myoglobine, lorsqu'elle est exposée à l'air, se lie à l'oxygène pour former de l'oxymyoglobine d'un rouge éclatant, couleur associée à la fraîcheur que recherche le consommateur (Rennerre, 1997 ; Coibion, 2008).

La myoglobine est une entité qui emmagasine et transfère l'oxygène. Elle se présente en trois variations qui influencent la couleur de la viande, variant selon le type de myoglobine (oxydée ou réduite) et le volume de cette myoglobine dans le muscle (Rennerre, 1997).

La myoglobine diminuée (rouge) Le changement de pH influence aussi la couleur. Cependant, un pH bas provoque une décoloration de la viande, alors qu'un pH haut confère aux viandes une coloration sombre (Frayse et Darre, 1989).

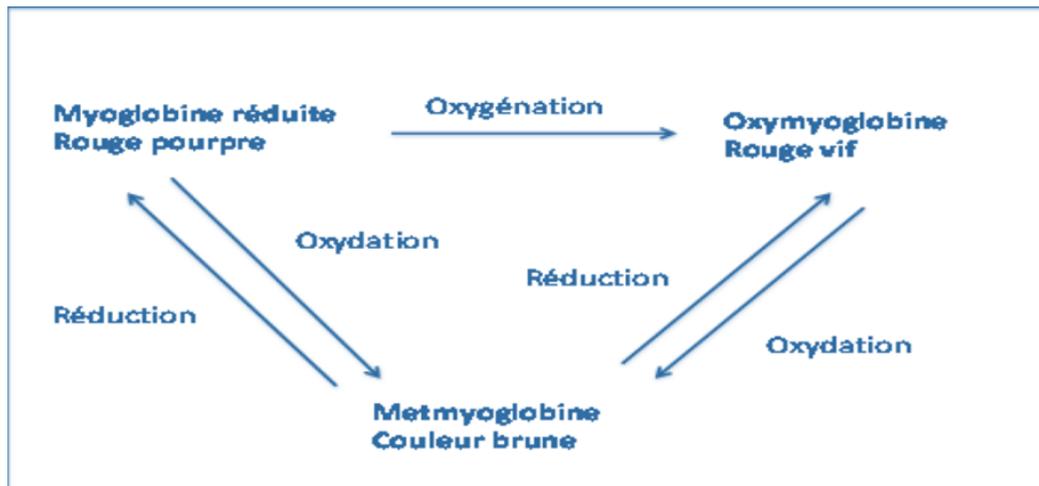


Fig.1 : Cycle de la couleur de la viande fraîche (Touraille, 1994).

### I.5.1.2. La tendreté

La tendreté désigne la faculté d'une viande à être tranchée ou mâchée aisément, c'est un critère fondamental (Soltner, 1979). La douceur de la viande est attribuée au tissu conjonctif et à la myofibrille. Avec sa robustesse mécanique et sa stabilité (grâce à son composant collagénique), le tissu conjonctif subit des changements minimes avec le temps. Après la mort de l'animal, les fibres musculaires connaissent diverses transformations qui, dans un premier temps, augmentent leur résistance par le biais de la rigidité post-mortem. Par la suite, une procédure de maturation est mise en place.

### I.5.1.3. La Flaveur

La flaveur se réfère à la combinaison de sensations olfactives et gustatives ressenties lors de la consommation d'un aliment (Rosset et Linger, 1978 ; Coibion, 2008). Elle est conditionnée par divers composés chimiques qui se libèrent lors de la cuisson (Coibion, 2008).

Effectivement, la viande crue n'a qu'un goût faiblement marqué dû à la présence de sels minéraux et de composés précurseurs de saveurs. La flaveur de la viande est due à la fraction lipidique de celle-ci, dont les composants se répartissent en deux catégories : Les composés volatils : (arôme et odeur) comprennent des composés soufrés, des alcools, des esters, des hydrocarbures aliphatiques, entre autres. Les composés non volatils : (goût) incluent les nucléotides, quelques acides aminés, la créatinine. Ces précurseurs se forment durant le processus de maturation de la viande. Divers éléments influencent la saveur : l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le type d'élevage et les changements post mortem (Rosset, 1988).

**I.5.1.4. La jutosité**

La jutosité, également nommée succulence, se réfère à la capacité de la viande à libérer du jus lors de sa consommation. Ce phénomène est principalement déterminé par la capacité du muscle à retenir l'eau (hydratation), qui est mesurée par la faculté de la viande à maintenir son propre jus ou à conserver l'eau supplémentaire ajoutée. Ceci est lié à l'aptitude de l'eau à se fixer aux protéines présentes dans les fibres musculaires (**Lamoise et al., 1984 ; Coibion 2008**).

**I.5.2. Qualité des nutriments**

La fonction primordiale d'un aliment est de satisfaire les exigences physiologiques d'une personne. Cette particularité est scientifiquement démontrée pour la viande et repose sur les informations concernant sa composition (protéines, glucides, lipides, oligo-éléments...) (**Touraille, 1994**).

**I.5.3. Qualité en matière d'hygiène**

Il est essentiel que la viande assure une sécurité absolue et protège la santé du consommateur. Elle ne doit comporter aucune trace de toxicité (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, et ne doit pas être un milieu propice à la prolifération bactérienne susceptible de générer des substances nuisibles. Cette caractéristique doit être conforme aux normes de santé et aux règlements en cours. Par conséquent, seuls les aliments qui ne présentent aucun danger pour la santé peuvent être commercialisés (**Lameloise et al., 1984 ; Coibion, 2008**).

**I.5.4. Qualité d'utilisation**

La viande doit satisfaire à des critères clés attendus par le consommateur qui vont au-delà des aspects purement alimentaires, comme la capacité de conservation qui se manifeste par la longévité du produit après achat dans les conditions de stockage appropriées, la facilité d'utilisation en termes de stockage (réfrigération) et la simplicité de sa préparation (**Touraille, 1994**).

**I.2. Microbiologie de la viande****I.2.1. Contamination des viandes**

La viande, qui est une source idéale de protéines pour l'alimentation humaine, est très vulnérable aux contaminations microbiologiques. Ces dernières peuvent provoquer sa décomposition et des maladies alimentaires chez l'homme, entraînant des conséquences économiques et sanitaires (**Ahmad et al., 2013**). La viande et les produits à base de viande sont à l'origine de 28% des infections alimentaires (TIAC). (**Ahouandjnou et al., 2015**).

La sécurité alimentaire de la viande est principalement influencée par les micro-organismes introduits par les mains des travailleurs, les équipements et les surfaces de travail lors de l'abattage et la découpe. En second lieu, l'évolution et la prolifération de la flore bactérienne durant le refroidissement, le stockage et la distribution sont également primordiales (**Dennaï et al., 2001**).

L'une des principales sources de micro-organismes pathogènes et de dégradation provient de la contamination des carcasses lors du processus d'abattage (**Tanganyika et al., 2017**).

Selon **Jouve (1990)**, 80 à 90% des micro-organismes présents dans les viandes destinées aux consommateurs proviennent de contaminations qui se produisent à l'abattoir.

#### **I.2.1.1. Origine de la contamination**

La viande peut être exposée à une contamination provenant de différentes sources, qu'elles soient liées ou non à l'animal, depuis le moment de l'abattage jusqu'à sa commercialisation sur les surfaces en contact avec l'environnement des animaux vivants, on trouve une diversité de micro-organismes. Les agents pathogènes présents dans la viande ont principalement pour origine la peau de l'animal et les excréments, le site de l'abattage, l'environnement de l'abattoir (**Cooper, 1999 ; Sofos et al., 1999**).

Le sol du lieu de vente, l'air à cet endroit ainsi que le moyen de transport utilisé pour acheminer la viande depuis l'abattoir jusqu'au point de vente constituent des sources extérieures de contamination (**Sudhakar et al., 2009**).

##### **I.2.1.1.1. Origines endogènes**

Les animaux, grâce à leur tube digestif et leur peau, introduisent des bactéries dans le processus de transformation de la viande. Ces derniers sont les principaux vecteurs de contamination des carcasses lors de l'abattage (**Cartier, 2007**). Les animaux possèdent des barrières efficaces contre les germes, qui incluent la peau, les pattes, les sabots et les muqueuses. Ils restent sur leurs surfaces et s'y accumulent. Une grande partie de la contamination des cuirs est attribuée aux excréments, au sol et à la poussière (**Cartier, 2004 ; Cuq, 2007 et Loubamba, 2012**).

Selon (**Morisetti, 1971**). Le système respiratoire, notamment la cavité nasopharyngée, abrite principalement des staphylocoques parmi les agents de contamination superficielle.

**I.2.1.1.2. Origines exogènes****I.2.1.1.2.1. Contamination à partir du personnel**

La peau, ainsi que les systèmes respiratoire et digestif de l'homme, abritent une diversité de microorganismes. Des *staphylocoques* sont présents dans les zones de la bouche, du nez et de la gorge. Les individus atteints d'infections respiratoires (par exemple, rhumes) peuvent contaminer la nourriture et les surfaces avec lesquelles ils sont en contact en toussant ou en se mouchant à proximité de celles-ci (**Blood, 1969**).

L'homme peut être la source de contaminations par des microorganismes nuisibles tels que les *Salmonelles* (*S. thyphi*, *S. enteridis*, *S. newport*). Il est évident que les individus atteints de maladies sévères (telles que la tuberculose, la brucellose, la salmonellose...) ont une forte probabilité de contaminer la viande. La majorité de ces micro-organismes sont à l'origine des intoxications alimentaires chez les consommateurs (**Fosse et al., 2006 ; Elham et Nahla, 2011**).

D'après (**Salifou et al., 2012**), l'inadéquation des compétences des travailleurs ainsi que les techniques d'abattage traditionnelles, qui exposent le personnel à des conditions d'hygiène déplorables, contribuent également à la contamination des carcasses au sein de l'abattoir.

**I.2.1.1.2.2. Équipements et infrastructures**

Les surfaces des espaces (sols, murs, plafonds), les équipements (découpeur de cuir, treuil, rail aérien, crochets), ainsi que le matériel individuel (couteaux, fusils, haches...) et collectif (bacs, seaux, crochets) peuvent être des vecteurs de contamination des carcasses s'ils ne sont pas correctement maintenus ou mal conçus. Que ce soit pour les installations ou l'équipement, leur conception doit trouver un équilibre entre l'hygiène, la sécurité et la robustesse. En outre, des infrastructures inadéquates et des processus de travail mal définis (**Fosse, 2003**).

Par ailleurs, des installations inappropriées et des procédures de travail peu clairement établies sont à l'origine de la mauvaise qualité hygiénique des viandes produites (**Salifou et al., 2012**).

**I.2.1.1.2.3. Environnement****I.2.1.1.2.3.1. Eau**

Dans les abattoirs, l'eau est largement utilisée, mais son usage n'est pas sans conséquences négatives puisqu'elle peut devenir un terrain propice à la prolifération de

germes, notamment dans les zones humides qui ne sont pas régulièrement entretenues (Andjongo, 2006).

#### I.2.1.1.2.3.2. Sol

Le sol constitue une source significative de micro-organismes. On y trouve des algues microscopiques, des bactéries et des champignons, les groupes bactériens les plus couramment rencontrés comprennent les *coliformes totaux et fécaux*, une flore aérobie dense, ainsi que les *Actinomycètes*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Bacillus* et *Micrococcus* (Selon Hamad, 2009 ; Benaissa, 2016).

#### I.2.1.1.2.3.3. L'air

L'air peut être porteur de microorganismes qui peuvent causer des altérations ou même des maladies. Effectivement, les surfaces de travail et les carcasses peuvent être contaminées par les particules et poussières transportées dans l'air. Ces dernières peuvent avoir pour origine le sol, les uniformes du personnel et les murs (Andjongo, 2006).

### I.2.1.2. Conditions de la prolifération des microorganismes de la viande

Conditions favorisant la multiplication des micro-organismes dans la viande La croissance des microorganismes dans la viande fraîche est influencée par divers facteurs, parmi lesquels on compte : l'activité de l'eau, le pH, la température, la pression en oxygène et la disponibilité des nutriments (Luc, 2012).

#### I.2.1.2.1. Activité de l'eau ( $A_w$ )

L'un des facteurs majeurs qui affectent la croissance microbienne est la présence d'eau dans les aliments et sa disponibilité. La présence d'eau dans les aliments est décrite par le coefficient d'activité, également connu sous le nom d'activité de l'eau ( $A_w$ ) (Mishra et al., 2017).

Le niveau d'activité de l'eau évalue la disponibilité en eau de l'environnement où se situe la microflore. En règle générale, plus l' $A_w$  de l'environnement est élevé, soit près de 1, plus la croissance de la microflore est importante. Le  $A_w$  de la viande fraîche avoisine les 0.993, ce qui favorise la prolifération de toutes les espèces microbiennes (James, 2000).

Bien que la viande conserve un niveau d'activité de l'eau élevé en raison de sa profondeur, cela n'est pas le cas pour sa surface. Cela influence la croissance des germes en surface (Bourgeois et al., 1996).

La faible activité de l'eau rend l'environnement peu favorable à la multiplication de bactéries comme : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*. (Feiner, 2006). Cela influence la croissance des germes en surface (Bourgeois et al., 1996). La faible activité de l'eau rend

l'environnement peu favorable à la multiplication de bactéries comme : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*. (Feiner, 2006).

#### I.2.1.2.2.Potentiel hydrogène (pH)

Suite à l'abattage, le pH du muscle qui était proche de 7,0 chez l'animal vivant, chute à environ 5,5-5,7 (dans le cas du bétail) (Cartier, 2007). Cette valeur ne change plus lorsque la viande est correctement stockée. Les microorganismes sont très réceptifs aux fluctuations de pH (Salifou et al., 2013).

Les bactéries prolifèrent dans des environnements où le pH oscille entre 4,5 et 9, avec une préférence optimale pour un pH de 6,5 à 7,5. Néanmoins, on note une réduction significative de la croissance microbienne lorsqu'on diminue ce paramètre (Goudiaby, 2005).

#### I.2.1.2.3.Température

La température influence la destinée des germes présents dans la viande. Selon (Luc, 2012). Chaque espèce bactérienne possède une température optimale pour son développement, comme le montre le (Tableau 2.).

**Tableau 2:** Bactéries et température de croissance (Andjongo, 2006).

Croupe	Température Minimale	Température Optimale	Température Maximale
Thermophiles	35-45°C	55-75°C	60-90°C
Mésophiles	5-10°C	30-45°C	35-47°C
Psychrotrophes	-5/+5°C	20-30°C	30-35°C
Psychrophiles	-5/+5°C	12-15°C	15-20°C

Le temps d'apparition des altérations en cas de contamination bactérienne initiale est modifié par la température de conservation des carcasses (Luc, 2012). Par conséquent, d'après (Grand, 1983). Si une contamination initiale de  $10^3$  germes par  $\text{cm}^2$  est présente, le limon se manifeste en trois jours lorsque les carcasses sont stockées à 20°C et en huit jours à 4,4°C. Ainsi, en général, plus la température est basse, plus les micro-organismes se reproduisent lentement. Tandis que la température du corps est approximativement de +38 à +40°C à la fin de l'abattage (Goudiaby, 2005 ; Luc, 2012).

#### I.2.1.2.4.Tension de l'oxygène

La croissance en milieu anaérobie se fait à un rythme plus lent qu'en milieu aérobie. Selon leur besoin en oxygène, les microorganismes sont catégorisés de la manière suivante :

aérobies obligatoires (*Pseudomonas*, *Bacillus*...), aérobies facultatifs (*Staphylococcus*, *Entérobacteries*...) et anaérobies obligatoires (*Clostridium*...) (**Goudiaby, 2005**).

Suite à la mort de l'animal, les réserves d'oxygène ne sont plus alimentées par le sang. Cela mène à l'établissement des conditions réductrices au sein de la viande, propices à la croissance des germes anaérobies. Pendant ce temps, la surface de la carcasse maintient un potentiel redox positif qui favorise la prolifération des germes aérobie (**Goudiaby, 2005**).

#### **I.2.1.2.5.Éléments nutritionnels**

La croissance des micro-organismes dans la viande nécessite une source d'énergie qu'ils peuvent métaboliser à l'aide de leurs enzymes. Les exigences nutritionnelles des microbes varient considérablement, allant de microbes peu exigeants à des microbes hautement exigeants (**Marchandin, 2007**).

D'après(**Goudiaby, 2005**). La viande, en raison de sa composition chimique, particulièrement sa teneur élevée en eau et en protéines, demeure toujours un terrain propice à la contamination microbienne.

### **I.3 Bactériologie des viandes**

La contamination microbienne des viandes concerne surtout les germes *saprophytes* et les contrôles d'hygiène, ainsi qu'une flore pathogène à l'origine de maladies (**Mariam, 2006**) Qu'on trouve le plus fréquemment dans les viandes rouges sont : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, ainsi que les *Entérobacteriaceae* (*Escherichia coli*, *Klebsiella*...), *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* et *Clostridium* (**Hamad, 2009**).

Les hygiénistes reconnaissent également la présence de *Escherichia coli*, de coliformes fécaux et de entérocoques, en plus des bactéries saprophytes. On considère que ces bactéries proviennent directement du système digestif. Toutefois, *E. coli* reste actuellement l'unique et la plus fiable des bactéries de contrôle à appliquer en matière d'hygiène publique (**Fournaud, 1982**).

#### **I.3.1. la flore Mésophiles aérobie totale**

Les germes aérobie totaux ne représentent pas un groupe spécifique de familles bactériennes (**Salifou et al., 2013**).

Ce sont des microorganismes qui, une fois multipliés dans des conditions de laboratoire spécifiques, forment des colonies que l'on peut compter (**Bonnefoy et al., 2002**). Cette flore sert à évaluer le niveau global de contamination bactérienne des viandes (**Roberts, 1980**). Et est employée comme technique de vérification de la qualité hygiénique des carcasses (**Cartier, 1993**).

Cela peut inclure des entérobactéries, des *Bacillus*, des *staphylocoques*, des *Pseudomonas*, des *bactéries lactiques* ou d'autres agents potentiellement pathogènes. Leur présence au-delà des frontières établies pourrait indiquer une défaillance dans les processus d'hygiène de fabrication (Ghafir et Daube, 2007).

### I.3.2. Les *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* se compose de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, qui mesurent entre 0,5 et 1,0  $\mu\text{m}$  de large sur 1,5 à 5,0  $\mu\text{m}$  de long. Aérobie et oxydase positifs, ils ne forment pas de spores et sont habituellement mobiles grâce à une ou plusieurs flagelles polaires. Quelques-uns génèrent des pigments fluorescents hydrosolubles ou pyoverdine de teinte jaune-vert qui agissent en tant que sidérophores. La majorité des espèces sont psychrotrophes. Selon (Labadie et al., 1996) et (Euzéby, 2007). Leur développement est envisageable dans une plage de température allant de 4°C (voire moins) à 43°C.

Les *Pseudomonas* sont omniprésents et ont la capacité de survivre dans une multitude d'habitats écologiques variés. Plusieurs souches, bien que peu virulentes, sont considérées comme des pathogènes opportunistes pour l'homme et contribuent à la dégradation de la viande. Selon Euzéby (2007), les espèces de *Pseudomonas* que l'on trouve le plus souvent chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri*.

Leur présence dans les lieux d'abattage et notamment dans les chambres froides représente une source constante de contamination des viandes, *Pseudomonas* est principalement utilisé comme marqueur de dégradation des viandes fraîches (Bailly et al., 2012).



Fig. 2. Photo de *Pseudomonas* [1].

### I.3.3. Les Entérobactéries

Les Entérobactéries, également connues sous le nom de *Enterobacteriaceae*, constituent une famille de bactéries Gram négatives présentant une forme de bâtonnets courts, mesurant entre 0,3 et 1,0  $\mu\text{m}$  de diamètre pour une longueur variant de 1,0 à 6,0  $\mu\text{m}$ . Certaines d'entre elles sont dotées de flagelles péritriches qui leur confèrent une mobilité tandis que d'autres restent immobiles. Ils se reproduisent en présence d'oxygène comme en son absence, sans être sporulés, ils ont un métabolisme qui leur permet de respirer et de fermenter, produisant des acides et souvent du gaz lors de la fermentation du glucose et d'autres glucides (Ghafir et Daube, 2007).

C'est un groupe qui est biochimiquement et génétiquement proche, présentant une vaste diversité en termes d'écologie, d'hôtes et de potentiel pathogène pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes. Cette famille comprend divers types et espèces de bactéries nuisibles provenant de l'intestin (*Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, ainsi que les variétés pathogènes de *E. coli*) (Ray, 2001 et Euzéby, 2007).



Fig. 3. Photo d'une Entérobactérie [2]

### I.3.4. Coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux sont des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram-négatives, non sporulées et de forme bâtonnée, qui peuvent être mobiles ou non. Ces micro-organismes contiennent l'enzyme  $\beta$ -galactosidase qui favorise l'hydrolyse du lactose à 37°C, générant ainsi des colonies rouges sur un milieu adéquat Cardinal (2003). Par ailleurs, depuis la fin du XIXe siècle, le groupe de coliformes est employé comme un indicateur de contamination fécale (Archibald, 2000). Ces coliformes fécaux ou coliformes thermostables, constituent un sous-ensemble des coliformes globaux susceptibles de fermenter le lactose à une température de 44°C (Edberg et al., 2000).

### I.3.5. Salmonella

Les viandes peuvent être contaminées par divers agents pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires, tels que *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *Shigella* et récemment *E. coli* entéro-hémorragique ou *E. coli* O157 :H7. (Dennaï et al., 2001 ; Heredia et al., 2001)

*Salmonella* est une catégorie ou une espèce qui fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae* (Hald, 2013). Les salmonelles sont des bactéries anaérobies facultatives, de type Gram négatif, droites et de petite taille, mesurant entre 0,7 et 1,5 µm de largeur et de 2,0 à 5 µm de longueur. Elles sont généralement mobiles grâce à leurs flagelles péritriches (Bell et Kyriakides, 2009).

Elles sont catalase positives et cytochrome oxydase négatives, génèrent du gaz à partir du glucose et ont la capacité de réduire les nitrates. (Hald, 2013). Elles sont mésophiles, aptes à se multiplier à des températures allant de 5,2°C à 47 °C et de manière optimale entre 35 et 37 °C. Elles se développent également dans un pH variant de 4,5 à 9 et dans un aw supérieur à 0,93. (Fosse et Magras, 2004).



Fig.4. Photo de *Salmonella* [3]

### I.3.6. Escherichia coli

*E. coli* est une bactérie Gram négative, non oxydase, de forme bâtonnette appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Il a la capacité de se développer à la fois en conditions aérobies et anaérobies, et peut être soit immobile, soit mobile, muni de flagelles péritriches. (Croxen et al., 2013).

Ces organismes mesurent de 2 à 4 µm de longueur et ont un diamètre approximatif de 0,6 µm. Ces organismes ont la capacité de fermenter divers types de sucres, cependant, leur aptitude à fermenter le lactose en produisant du gaz est spécifiquement distinctive (Feng, 2001 et Eslava et al., 2003).

Dans les chaînes de production de viande, le principal vecteur de contamination des produits alimentaires par *E. coli* est le système digestif des animaux. Leur existence signale une lacune dans la méthode d'abattage, ou une contamination. Cette situation de contamination croisée peut également résulter d'une contamination par les individus qui manipulent les aliments (Salifou et al., 2013).

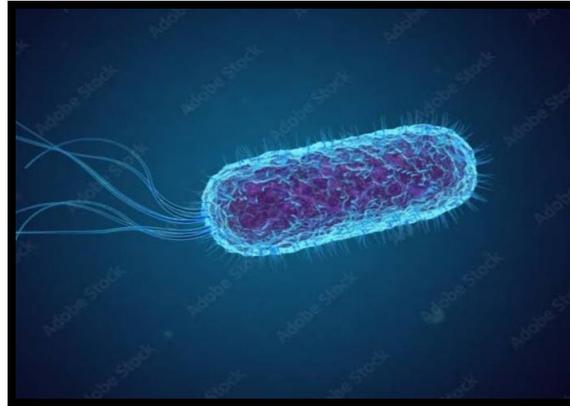


Fig.5. Photo de *E. coli* [4]

### I.3.7. *Listeria monocytogenes*

Les *Listeria* sont des microbes anaérobies facultatifs de forme courte et en bâtonnet, Gram positif et non sporulés (McLauchlin et Rees, 2009).

Ils possèdent une taille variable (0,4 à 0,5 de diamètre pour 1 à 2  $\mu\text{m}$  de long), ont des bouts arrondis et ne sont pas encapsulés d'origine alimentaire. Ils sont mobiles grâce à quelques flagelles péritriches, leur motilité étant généralement observable à une température inférieure ou égale à 30 °C, mais pas à 37 °C.

Selon McLauchlin et Rees (2009), les espèces de *Listeria* peuvent se développer dans une plage de températures allant de 0 à 45 °C. À l'heure actuelle, on distingue huit espèces reconnues au sein du genre *Listeria* : *L. monocytogenes*, *L. innocua*, *L. welshimeri*, *L. seeligeri*, *L. ivanovii*, *L. grayi*, *L. marthii* et *L. rocourtiae* (Den Bakker et al., 2010).

Au sein de ce groupe *L. monocytogenes* et *L. ivanovii* ont été repérés parmi ces organismes comme des agents pathogènes pour les hôtes à sang chaud. (Swaminathan et Gerner-Smidt, 2007).



Fig. 6. Photo de *listeria monocytogenes* [5]

### I.3.8. Staphylococcus aureus

Les *Staphylococcus aureus* sont des bactéries Gram positives non mobiles sous forme de cocci qui peuvent apparaître isolément ou par paires, en tétraèdres, en courtes chaînes ou en amas distinctifs. On trouve généralement les *Staphylococcus* spp dans la nature, souvent présents sur la peau et les glandes cutanées des mammifères (Bacon et Sofos, 2003).

Le *S. aureus* est une bactérie facultativement anaérobie à l'origine d'une intoxication due à la consommation d'une entérotoxine (Sandel et Mckillip, 2004). Cette toxine est éliminée par la chaleur (au-delà de 60°C) ou le froid (en dessous de 7°C). (Larpent, 2000).

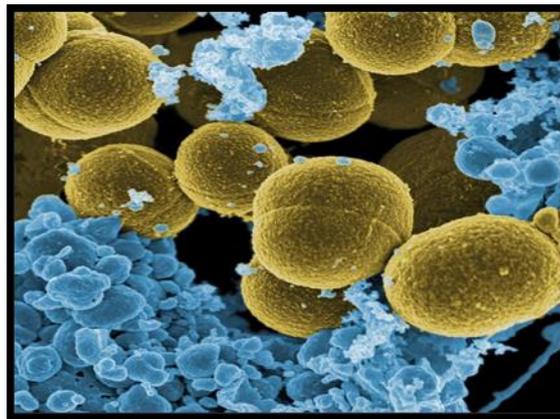


Fig.7. Photo de *Staphylococcus aureus* [6]

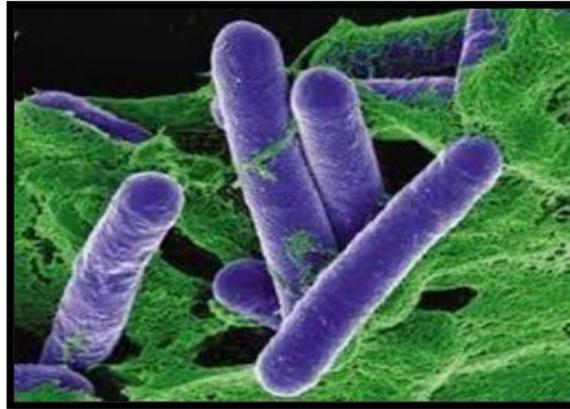
### I.3.9. Les Clostridium

- *C. botulinum*

Le *C. botulinum* est considéré comme un bacille anaérobie gram positif mesurant de 4 à 6 µm de long, avec des extrémités arrondies, mobile (possédant une ciliature péritriche) et sporulant. (Fernandes, 2009). Qui obtient son énergie de croissance à travers le processus de fermentation. Sa faculté de générer des endospores extrêmement résistantes. Au-delà de la sporulation, le mécanisme de virulence majeur réside dans l'aptitude singulière de l'organisme

à générer une toxine extrêmement puissante dénommée neurotoxine botulique (**BoNT**, **Glass & Marshall, 2013**). Entraînant une intoxication connue sous le nom de botulisme.

Selon (**Larpent, 2000**). Cette intoxication a une dose infectieuse minime, environ de 0,2 µg. La chaleur peut aisément éliminer la toxine (**Zuliani et Pascal, 2004**).



**Fig.8.** Photo de *Clostridium botulinum* [7]

- *Clostridium perfringens*

*C. perfringens* se classe dans la deuxième catégorie du genre *Clostridium*, qui fait partie de la famille *Bacillaceae*. C'est un bacille sporulé, Gram positif, anaérobie strict, tellurique et réducteur de sulfites. Il est immobile, possède une capsule polysaccharidique et est facilement observable à l'état frais. Cette espèce est thermophile, avec une température de croissance idéale située entre 40 et 45 °C. Toutefois, elle peut également se développer à des températures allant de 15°C à 50°C. Elle doit être supérieure à 0,93 et le pH doit se situer entre 5,5 et 8 (**Cavalli et al., 2003 ; Fosse et al., 2004**).



**Fig. 9.** Photo de *Clostridium perfringens* [8]

### I.3.10. Campylobacter et Yersinia enterocolitica

- Les *Campylobacter*

Les *Campylobacter* spp. Appartiennent à la famille des *Campylobacteriaceae*, avec *Campylobacter jejuni* étant l'une des sources principales de diarrhées (Scallan et al., 2011). Selon (Kramer et al., 2000). *C. jejuni* est responsable d'environ 90% des infections humaines dues au *Campylobacter*, On trouve *C. jejuni* en grande quantité dans la nature, il est capable de coloniser les intestins des mammifères et la transmission à l'être humain se produit par le biais d'aliments contaminés, il est également possible que des infections systémiques se produisent, entraînant des maladies plus sévères (NCBI, Centre national d'information sur la biotechnologie, 2017).

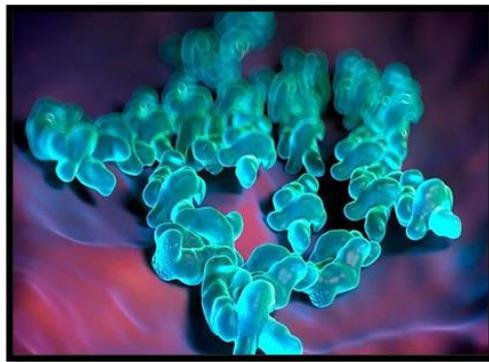


Fig.10. Photo de *Campylobacter* spp [9]

- **Les *Yersinia***

Le groupe *Yersinia* fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae* et comprend 10 espèces reconnues, dont seulement 3 sont jugées pathogènes pour l'homme ou les animaux. L'agent responsable de la peste est *Yersinia pestis*, tandis que *Yersinia pseudotuberculosis*, principalement un pathogène animal, peut également infecter les humains suite à la consommation d'aliments contaminés. Quant à *Yersinia enterocolitica*, elle a été identifiée comme une cause de gastro-entérite d'origine alimentaire chez l'homme (Cary et al., 2000 ; Bacon et Sofos, 2003).



Fig. 11. Photo de *Yersinia* [10]

# *Matériel et Méthodes*

### I.1. Objectif du travail

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique des viandes rouges et blanches commercialisées dans différents points de vente de la région de Guelma, à travers le dénombrement et l'identification des flores bactériennes d'intérêt hygiénique et sanitaire. Elle consiste à mettre en évidence les principaux germes présents et à déterminer le niveau de contamination en fonction des conditions de manipulation et de conservation observées, les analyses des échantillons ont été effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'Université de 8 Mai 1945 Guelma.

### I.2. Échantillonnage

Les prélèvements ont été réalisés à partir de différents boucheries de la ville de Guelma pendant la période septembre 2024 et février 2025. Au total, sept (07) échantillons de viandes rouges et blanches ont été prélevés en vue d'une analyse microbiologique comparative. Après avoir prélevé 100 g de chaque échantillon, ceux-ci sont placés dans une glacière maintenue à une température comprise entre 0 et +4 °C, conformément à la norme ISO 17604 (Hammoudi et Riad, 2013).

### I.3. Présentations des points de prélèvement

Les points de prélèvements sont indiqués dans le tableau 03

**Tableau 03. Présentation des points de prélèvements**

Point de prélèvement	Date	Heure	Lieu
E1	12/09/2024	08 : 41	Guelma
E2	12/09/2024	08 : 43	Guelma
E3	12/09/2024	08 : 41	Guelma
E4	12/09/2024	08 : 41	Guelma
E5	12/09/2024	08 : 41	Guelma
E6	09/02/2025	09 : 15	Guelma
E7	09/02/2025	09 : 05	Guelma

### 2 .4. Analyse bactériologique

La méthodologie générale des approches d'analyses bactériologiques des viandes repose sur l'inoculation d'un volume déterminé de suspensions de viande à examiner sur un milieu de culture approprié, qu'il soit solide ou liquide. Suite à l'incubation, chaque micro-organisme présent se multiplie, produisant soit une colonie observable sur un milieu solide,

soit des modifications visuelles dans un milieu liquide, principalement sous la forme d'un trouble (Guiraud et Rosec, 2004). La sélection d'une méthode d'ensemencement est déterminée par le type de micro-organismes ciblés, la composition de l'aliment et les motifs qui ont mené à l'examen (Delarras, 2007).

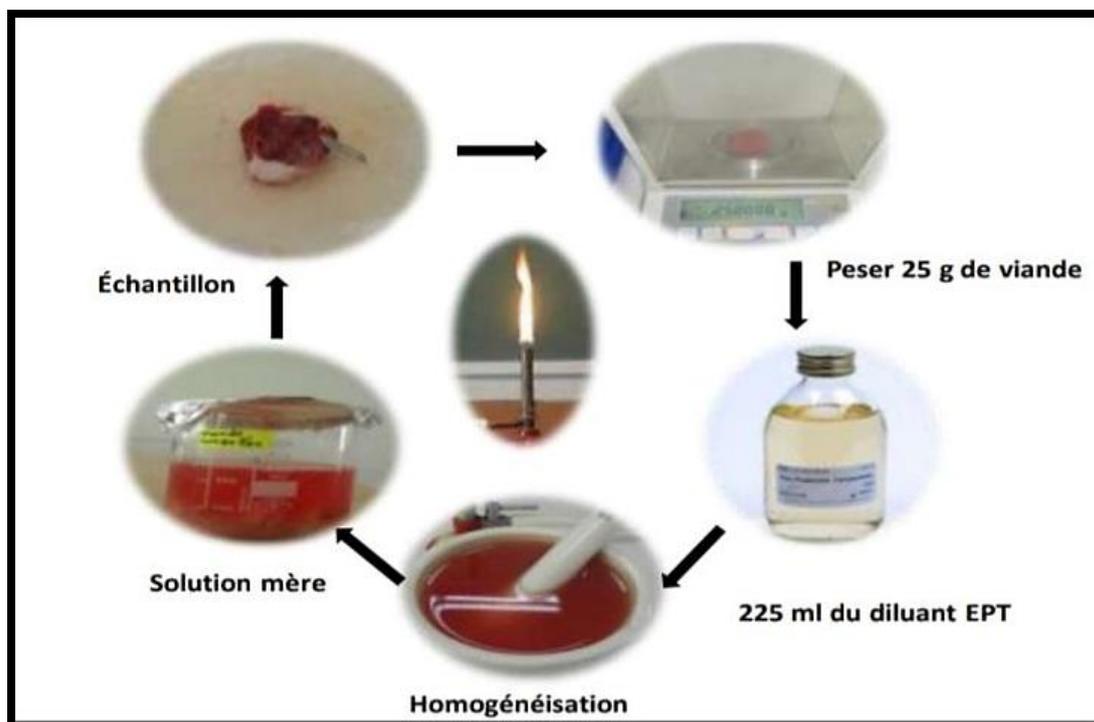
Notre étude se concentre sur les micro-organismes suivants :

- La flore mésophile aérobie totale ;
- Les coliformes totaux et fécaux ;
- Les bactéries pathogènes, notamment : *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Shigella*, ainsi que les Anaérobies sulfito-réducteurs et les *Pseudomonas*.

#### 2.4.1. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales et Milieux de culture employés

- **Solution mère**

La fabrication de la solution mère implique une pesée aseptique de 25 g de viande (fraîches) à l'aide d'une balance précise. Ensuite, cette viande est placée dans un mortier où l'on verse 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT). Le broyage et l'homogénéisation du contenu prennent 5 minutes, après quoi la solution est recueillie dans un flacon ou un bécher stérile. L'intervention est réalisée en respectant rigoureusement les normes d'asepsie. Laisser cette suspension au repos pendant 30 minutes pour garantir la revitalisation des micro-organismes, s'ils sont présents, afin d'obtenir un surnageant (Mouloudi, 2013).



**Fig.12.** Les étapes de la préparation de la solution mère SM (Photo originale)

• Dilutions décimales

On prépare les dilutions décimales progressives pour réduire la charge bactérienne en utilisant la suspension mère comme suit :

- ✓ Ouvrir le flacon.
- ✓ À l'aide d'une pipette aseptisée, déposez 1 ml de la solution mère dans un tube qui contient 9 ml d'eau physiologique stérile : c'est la dilution ( $10^{-1}$ ).
- ✓ Enflammer et refermer le tube, puis remettre le tube sur le support à un emplacement indiquant qu'il a déjà été prélevé ; en amalgamant délicatement le contenu du tube. On réitère la même procédure pour réaliser les dilutions ( $10^{-2}$ ) jusqu'à atteindre la dilution ( $10^{-6}$ ), en partant de la dilution précédente (Hammoudi et Riad, 2013) (Fig.13).

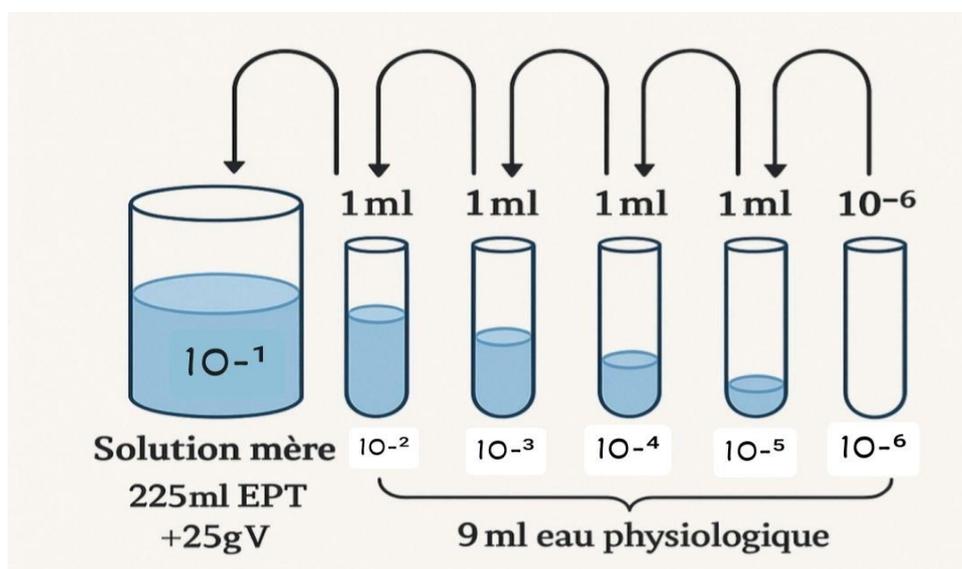


Fig. 13. Schéma représentant la série de dilution décimale effectuée (Schéma original)

• Milieux de culture employés

Tableau 4 : Synthèse des paramètres microbiologiques des milieux de culture employés.

Paramètres Microbiologique	Milieu D'ensemencement	Température D'incubation	Temps D'incubation
Flore mésophile aérobie totale (FMAT)	GN	30°C	72heures
coliformes totaux et fécaux	BCPL	30°C pourCT 44°C pourCF	48heures

<b>Les streptocoques</b>	Roth	37°C	48heures
<b>les Staphylocoques</b>	Chapman	37°C	48 heures
<b>les Salmonelles</b>	Hektoen	37°CEnrichissement 37°Cisolement	24heures 24heures
<b>Levues et moisissures</b>	Sabouraud chloramphénicol	30°C	3à5 jours
<b>Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices(ASR)</b>	Viande foie (VF)	37°C	72heures

#### 2.4.2 Recherche et Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)

##### ✓ Principe

C'est une méthode de dénombrement des micro-organismes suite à l'ajout de volumes précis d'échantillons ou de leurs dilutions dans un milieu gélosé (**Delarras, 2007**). Le comptage de cette microflore est effectué en conformité avec les normes françaises NF V 08-011 N et NF V 08-51, en utilisant la technique d'ensemencement en profondeur sur gélose pour la numération GN.

L'incubation s'effectue à une température de 30°C sur une durée de 72 heures. Les comptages sont exprimés en unité formant colonie par gramme d'échantillon (UFC/g) (**Delarras, 2007**).

##### ✓ Mode Opératoire

L'ensemencement est réalisé en mode en masse, où 1 ml de chaque dilution est déposé aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles à l'aide d'une pipette graduée stérile de 1 ml. Par la suite, 15 ml de milieu GN liquéfié et refroidi à 45 °C sont ajoutés dans chaque boîte. Le mélange de l'inoculum et du milieu de culture se fait soigneusement, par des mouvements circulaires de type « va-et-vient » ou en forme d'« 8 », sur une surface horizontale et récemment préparée. Après solidification du milieu, les boîtes sont incubées à 30 °C pendant trois jours (**Delarras, 2007**).

##### ✓ Lecture et interprétation

Les germes totaux apparaissent comme des colonies lenticulaires croissant en masse, il ne faut compter que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies (**Lebres, 2002**). On détermine le nombre de micro-organismes par gramme de produit à partir des boîtes sélectionnées

correspondant aux dilutions successives en utilisant la formule suivante (Giraud et Galzy, 1980).

$$N = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,2 n_2) d} \cdot \frac{1}{V}$$

**C** : nombre de colonies comptées sur les boîtes retenues

**n** : nombre de boîtes retenues de la *n*ème dilution

**v** : volume d'inoculum de la *n*ème dilution

**d** : valeur de la *n*ème dilution.

### 2.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

- **Principe**

L'identification et le comptage des coliformes totaux, coliformes thermotolérants ainsi que *Escherichia coli* dans les produits alimentaires se font en milieu liquide en utilisant la méthode du nombre le plus probable (NPP) (Mouloudi, 2013). à travers deux phases successives

- Le test présomptif : destiné à la détection des coliformes dans le milieu BCPL (Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol).
- Le test de confirmation : destiné à la détection des coliformes thermo-tolérants et de *Escherichia coli* dans le milieu Schubert ou l'eau peptonée sans indole (Archibald, 2003).

- **Mode opératoire**

- ❖ **Test de présomption**

On le réalise en employant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol en concentration simple (BCPL S/C) et à double concentration (BCPL D/C).

Chaque tube est équipé d'une cloche de Durham pour détecter toute libération potentielle de gaz dans l'environnement.

Avant de procéder à l'ensemencement des tubes, il est indispensable de s'assurer qu'il n'existe aucune bulle d'air sous la cloche, afin de garantir l'exactitude des résultats. Il est nécessaire de préparer de façon aseptisée à partir des dilutions des solutions :

- ✓ 03 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C.
- ✓ 03 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C.
- ✓ 03 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C.

- ✓ Éliminer l'air éventuellement contenu dans les cloches de Durham et bien homogénéiser le milieu et l'inoculum.

Cette fois-ci, l'incubation a lieu dans un incubateur à 37 °C pendant une durée de 24 à 48 heures ( **Boukertouta, 2022**).

- **Lecture et interprétation**

On considérera positifs les tubes où il y a une libération de gaz (dépassant le 1/10ème de la hauteur de la cloche) simultanément. Un trouble microbien qui entraîne un changement de couleur du milieu, passant du violet au jaune, signifiant une fermentation du lactose présent dans le milieu (La production d'acide due à la fermentation du lactose provoque ce changement de couleur du bromocrésol pourpre au jaune) (**Delarras, 2007**) .

La lecture finale est effectuée en suivant les directives de la table de Mac-Grady, (**Lebres, 2002**).

- **Test de confirmation**

Le test de confirmation vise à détecter les coliformes thermo-tolérants, en particulier la présence de *Escherichia coli*, qui est surtout redoutée (**Archibald, 2003**).

les coliformes thermo-tolérants possèdent des caractéristiques de fermentation similaires à celles des coliformes, mais à une température de 44°C (**Bourgeois et Leveau (1991)**).

*Escherichia coli*, un coliforme thermostable, génère de l'indole à partir du tryptophane contenu dans le milieu à une température de 44°C.

Les tubes de BCPL positifs identifiés lors du comptage des coliformes seront repiqués à l'aide d'une boucle dans des tubes contenant 10 ml d'eau peptonée sans indole, bien mélangés, et incubés à 44°C pendant 48 heures (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

- **Lecture et interprétation**

Les tubes jugés positifs montrent à la fois un trouble, et un cercle rouge (anneau) sur le dessus, qui indique la production d'indole par *Escherichia coli* suite à l'ajout de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

La lecture finale est aussi réalisée selon les directives de la table de Mac-Grady (NPP), en gardant à l'esprit que *Escherichia coli* produit du gaz et de l'indole à 44°C pendant une

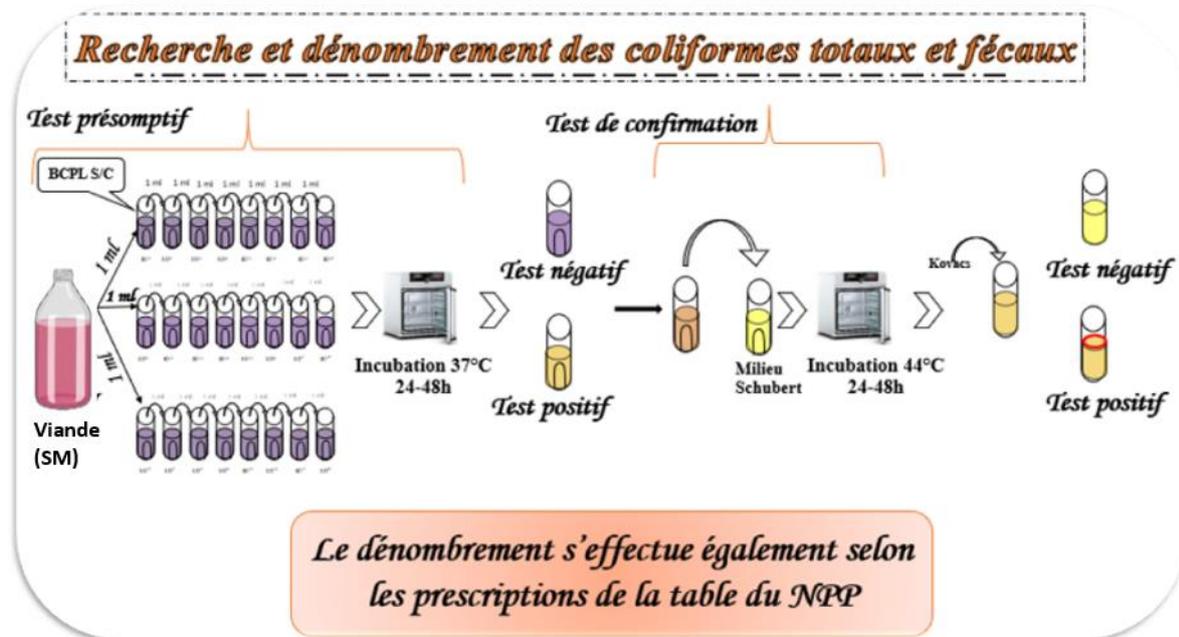


Fig. 14. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Schéma original)

#### 2.4.4. Recherche des germes pathogènes

##### 2.4.4.1. Recherche et identification des Staphylocoques

- **Principe**

La recherche des staphylocoques est réalisée par la méthode d'ensemencement en stries, ainsi que par étalement en boîte de Pétri. Ces techniques sont couramment utilisées dans un objectif d'isolement des colonies bactériennes. L'ensemencement en stries permet notamment de séparer les cellules bactériennes afin d'obtenir des colonies isolées, facilitant ainsi l'identification ultérieure des staphylocoques (Delarras, 2007).

- **Mode opératoire**

- ✓ Prélever aseptiquement 0,1 ml (soit environ deux gouttes) de la solution mère.
- ✓ Ensemencer par stries sur une boîte de Pétri contenant le milieu Chapman, sélectif pour les staphylocoques.
- ✓ Incuber les boîtes à 37 °C pendant 24 heures.

Le milieu Chapman, enrichi en chlorure de sodium à forte concentration, permet d'inhiber la croissance d'autres bactéries et favorise ainsi l'isolement sélectif des staphylocoques (Delarras, 2007).

- **Lecture et identification**

L'apparition de colonies jaunes sur le milieu Chapman indique la présence de la souche pathogène *Staphylococcus aureus*. Ces souches se caractérisent par des colonies de grande taille, pigmentées en jaune, en raison de la production d'un pigment spécifique.

✓ Elles sont généralement entourées d'une zone jaune, résultat de la fermentation du mannitol (Ndiaye, 2002). En revanche, les souches saprophytes apparaissent sous forme de colonies blanches, n'induisant pas de changement de couleur du milieu.

L'identification complète des staphylocoques repose sur la réalisation de plusieurs tests biochimiques (Denis et al., 2007). Notamment :

- ✓ Coloration de Gram
- ✓ Test à la catalase
- ✓ Test à l'oxydase

#### **2.4.4.2. Recherche des Salmonelles**

- **Principe**

La recherche de Salmonelles se déroule en trois phases consécutives : pré-enrichissement, enrichissement et isolement (Guiraud et Rosec, 2004).

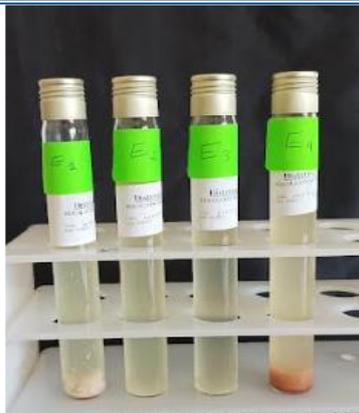
- **Mode opératoire**

- **Pré-enrichissement**

Son objectif est de revitaliser les cellules afin de simplifier leur culture dans les milieux d'enrichissement. On maintient la solution mère à une température de 37°C pendant une journée (Dennai et al., 2001).

- **Enrichissement**

Inoculer 0,1 ml de la solution de pré-enrichissement sans contamination dans des tubes qui contiennent 10 ml de milieu au sérum de foetus bovin (SFB). Une fois homogénéisés, les tubes doivent être incubés à une température de 37°C pour une durée variant entre 18 et 24 heures (Guiraud et Rosec, 2004).



**Fig.15.** Enrichissement à partir du milieu SFB (Photo originale).

➤ **L'isolement**

L'isolement s'effectue en ensemençant la surface à l'aide de la technique des stries du milieu sélectif solide SS, à partir du bouillon d'enrichissement. Les boîtes sont placées en incubation à 37°C pendant une durée de 24 h heures, en l'absence de colonies caractéristiques (**Guiraud et Galzy, 1980**).

• **Lecture et interprétation des résultats**

La gélose SS est employée pour isoler les Salmonelles et *Shigelles* présentes dans les aliments, et elle favorise également la croissance des coliformes (**Guiraud et Galzy, 1980**).

- ✓ Les colonies de Salmonelles non fermentant le lactose apparaissent transparentes et incolores, avec ou sans un centre noir (production d'H<sub>2</sub>S).
- ✓ Les Shigelles n'ont pas de couleur.
- ✓ les colonies de coliformes se manifestent par des teintes rouges ou roses. (**Korsak et al., 2004**).

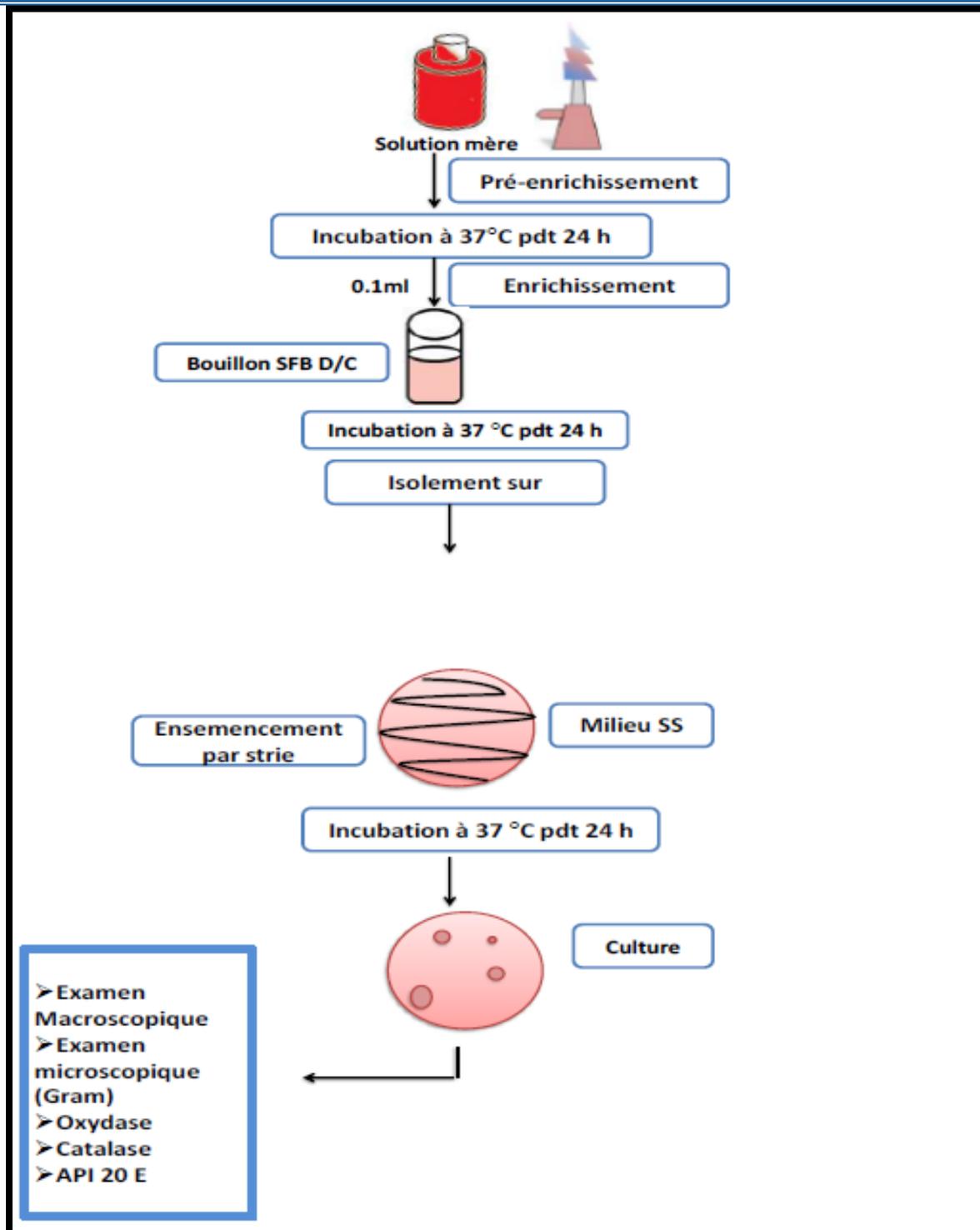


Fig. 16. Protocole de recherche des Salmonelles (Schéma original).

#### 2.4.4.3. Recherche et dénombrement des streptocoques

Les streptocoques représentent la famille des *streptococcaceae*, qui comprend des genres couramment rencontrés comme contaminants dans l'industrie alimentaire et principalement en tant qu'agents de fermentations lactiques.

Les *Streptococcaceae* sont des coques Gram-positives, généralement non sporulées, qui se regroupent en paires ou principalement en chaînes de longueur variable et qui sont habituellement immobiles. Ils sont catalase négatifs, bien que quelques pédiocoques aient une pseudo catalase et puissent se présenter comme catalase positifs. La distinction entre les genres repose sur la disposition des cellules et sur la nature de la fermentation lactique (homolactique ou hétérolactique). (Guiraud et Galzy, 1980).

➤ **Principe**

Leur recherche utilise un milieu de présomption de Roth et un autre de confirmation de l'Eva Litsky en cas d'obtention d'un résultat positif dans le premier test.

➤ **Mode opératoire**

• **Test présomptif**

- ✓ Ensemencement d'une série de tubes qui contiennent le milieu de Rothe.
- ✓ Trois tubes de Rothe D/C contenant chacun 10 ml d'eau.
- ✓ Trois tubes de Rothe S/C contenant chacun 1 ml d'eau.
- ✓ Trois tubes Rothe S/C contenant chacun 0,1 ml d'eau.
- ✓ Incubation 37°C/48h (présomption)

• **Test Confirmatif**

- ✓ A partir des tubes de bouillon positif, ensemercer 2 ou 3 gouttes dans un bouillon à l'éthyle violet et acide de sodium (Eva – Litsky). On incube les tubes à 37°C pendant 24h et/ou 48 h.
- ✓ Les tubes pour les quels, nous observons un trouble dû au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet sont considérés comme positif.



Fig. 17. Protocole de recherche des *Streptocoques* (Schéma original).

- **Lecture**

On considérera comme positifs les tubes qui présentent à la fois un trouble microbien associé à un changement de milieu. La lecture finale est effectuée conformément aux instructions de la table du NPP.

- **Expression des résultats**

- ✓ Les tubes de Rothe qui montrent une anomalie microbienne sont jugés positifs (indiquant la présence de streptocoques).
- ✓ Présence d'un point violet au fond du tube

#### 2.4.4.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

- **Principe**

- ✓ Les levures et les moisissures peuvent pousser sur milieu Sabouraud sélectif par addition de chloramphénicol (antibiotique très actif sur les bacilles Gram-) (Bourgeois et Leveau, 1980).

- **Mode opératoire**

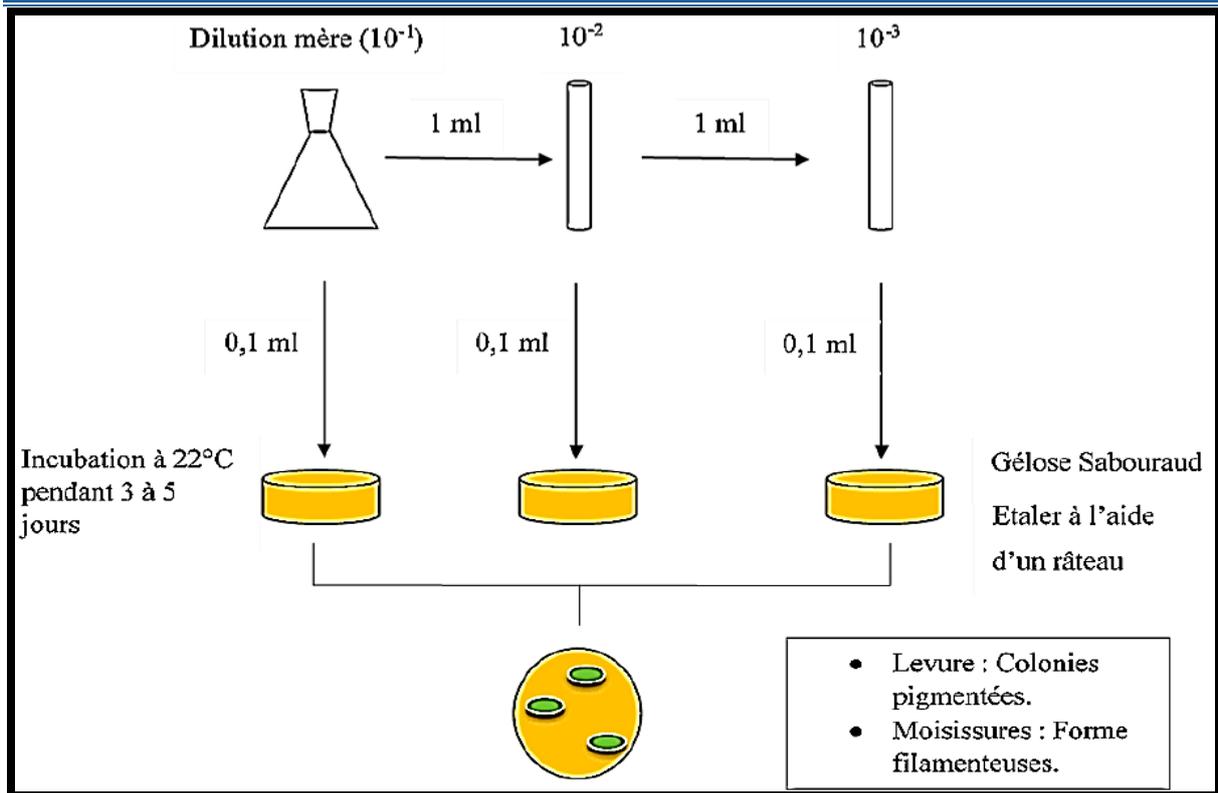
- ✓ En utilisant la suspension mère ou des dilutions décimales, transférez de manière aseptique 1 ml du produit à examiner dans des boîtes de pétri stériles.
- ✓ Verser environ 15 ml de gélose Sabouraud au Chloramphénicol, préalablement fondue puis refroidie et maintenue à  $47 \pm 2^\circ\text{C}$  dans un bain d'eau, dans chaque boîte de pétrie.

- ✓ Mélanger soigneusement en effectuant des mouvements de va-et-vient en forme de «8 » pour assurer une homogénéisation parfaite entre la gélose et l'inoculum.
- ✓ Laisser le mélange se solidifier sur une surface horizontale pendant une quinzaine de minutes.
- ✓ Incuber les boîtes avec le couvercle vers le bas à une température de 25°C durant cinq jours.

- **Lecture**

Selon leur aspect macroscopique :

- ✓ Les moisissures sont des colonies toujours pigmentées, l'aspect velouté plus ou moins renflés
- ✓ Les levures sont des colonies ressemblant à celle des bactéries, peuvent avoir des bords réguliers ou irréguliers, des formes convexes ou plates et sont souvent opaques.
- ✓ Multipliez le nombre de colonies comptées par l'inverse du facteur de dilution. Les résultats sont alors exprimés en UFC/ml ou UFC/g du produit analysé .
- ✓ Ce calcul est effectué à partir des dilutions décimales préparées au préalable.



**Fig.18.** Schéma de Recherche et dénombrements des levures et moisissures (Schéma original)

#### 2.4.4.5. Recherches et dénombrement des spores *Clostridium sulfito-réductrice*

Les bactéries sulfito-réductrices anaérobies (ASR), de nature Gram positive, se multiplient sur une gélose Viande Foie (VF) en 24 à 48 heures, formant des colonies caractéristiques qui réduisent le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), présent dans le milieu, en sulfure. En présence de  $\text{Fe}^{+2}$ , ce dernier se transforme en  $\text{FeS}$  (sulfure de fer), un composé noir. Les spores de l'ASR signalent généralement une contamination ancienne (Labres et al., 2006).

##### ➤ Mode opératoire

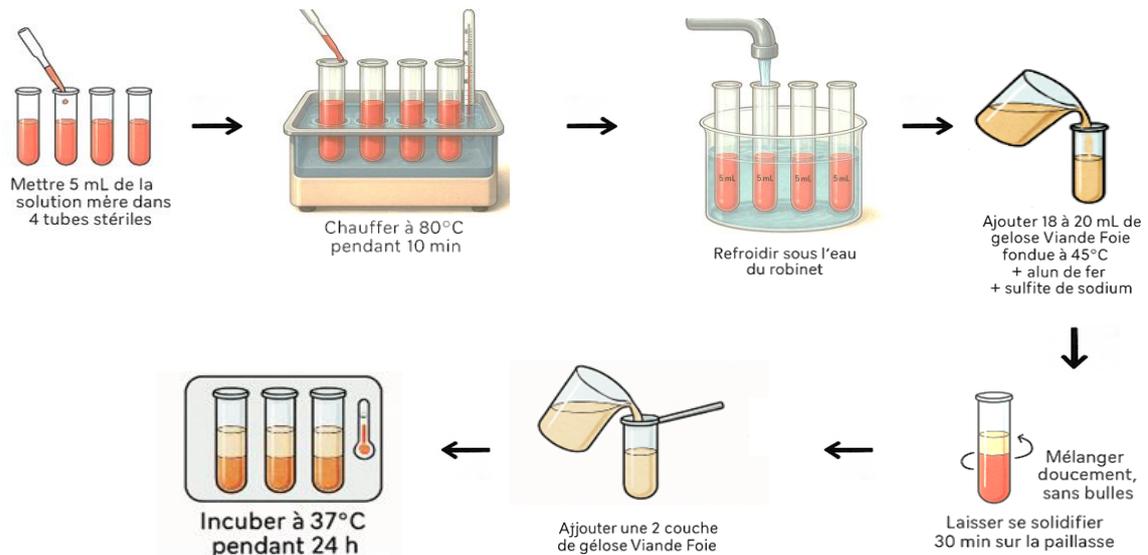
- ✓ Chauffer 25ml de l'échantillon à 80°C pendant 5 à 10 minutes afin de détruire la forme végétative des ASR éventuellement présentes et préserver la forme sporulée, refroidir rapidement sous l'eau de robinet .
- ✓ Répartir le contenu dans quatre tubes stériles à raison de 5ml par tube, ajouter 20ml de gélose viande foie (VF) additionnée 1ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer .
- ✓ Mélanger soigneusement sans faire des bulles en évitant l'introduction d'air .
- ✓ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37°C pendant 24-48h (Labres et Mouffouk, 2008).

##### ➤ Lecture et expression des résultats :

On considère qu'une colonie noire accompagnée d'un halo noir est le résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfite-réductrice.

Veillez indiquer le nombre de spores par gramme du produit à examiner. Il est impératif d'effectuer la première lecture à 16 heures, puis la deuxième lecture à 24 heures et enfin la troisième et ultime lecture après 48 heures.

Il faut compter chaque colonie noire d'un diamètre de 0.5 mm qui a poussé en grand nombre et indiquer le nombre total de colonies dans les quatre tubes contenant le produit à examiner (Labres *et al.*, 2006).



**Fig.19.** Schéma représentant la recherche des Anaérobies Sulfite-réducteurs (Schéma original)

## II.5. Etude Macroscopiques

L'apparence des colonies est influencée par l'environnement, la durée et la température d'incubation. On ne pourra le décrire correctement qu'à partir de colonies bien isolées. Plusieurs aspects doivent être mentionnés dans la description des colonies (Joffin, 2001).

- ✓ La forme : bombée, plate, ombiliquée, à centre surélevé.
- ✓ L'aspect de la surface : lisse, rugueux
- ✓ L'opacité : opaque, translucide ou transparente.
- ✓ La consistance : grasse, crémeuse, sèche ou muqueuse.

## II.6. Etude macroscopique

### II.6.1. Examen microscopique à l'état frais

Les méthodes fondées sur la technique de l'état frais correspondent à l'observation d'un matériel biologique ou d'une suspension bactérienne entre lame et lamelle sans fixation

préalable du matériel par la chaleur. Cet examen concerne une observation au microscope optique à l'objectif 40 de l'état frais des colonies après obtention d'une culture bactérienne issue de n'importe quel prélèvement.

- **Technique de l'état frais**

C'est une méthode rapide qui consiste à observer entre lame et lamelle une suspension bactérienne à l'objectif 40. Les renseignements obtenus par cette technique concernent principalement la mobilité des bactéries.

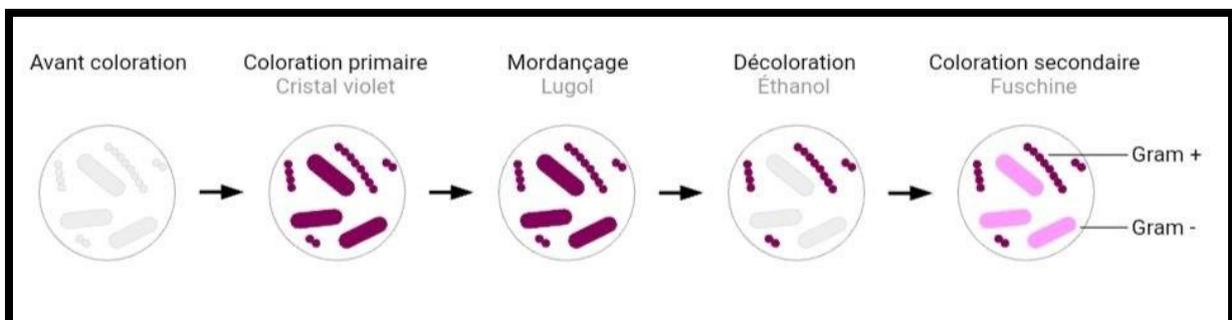
**II.6.2. Examen microscopique après coloration de Gram**

La coloration est associée à la variabilité de la structure chimique des membranes cellulaires des bactéries. Voici la procédure de coloration de Gram selon **Delarras (2007)** :

- ✓ Réaliser un frottis à partir d'une culture bactérienne pure et laisser sécher.
- ✓ Recouvrir entièrement le frottis avec du violet de gentiane. Laisser agir 1 minute, puis rincer délicatement à l'eau distillée.
- ✓ Appliquer la solution de Lugol sur le frottis et laisser agir pendant 1 minute. Rincer ensuite à l'eau distillée.
- ✓ Effectuer la décoloration en appliquant de l'alcool à 95% pendant 15 à 30 secondes, puis rincer immédiatement à l'eau distillée.
- ✓ Procéder à la contre-coloration en ajoutant de la fuchsine pendant 10 à 30 secondes, puis rincer à nouveau à l'eau distillée.
- ✓ Sécher soigneusement le frottis en le passant rapidement au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen.

À l'issue de cette double coloration

- ✓ Les bactéries Gram positives apparaissent en violet foncé.
- ✓ Les bactéries Gram négatives apparaissent en rose.



**Fig. 20.** Les étapes de coloration de Gram . [11]

### II.6.3. Coloration au bleu de méthylène

La coloration au bleu de méthylène est une coloration simple et rapide, économique et d'usage courant où un seul colorant est utilisé pour souligner des structures particulières dans l'échantillon, la forme (la taille et la disposition des bactéries). Les microorganismes d'un échantillon seront de la même couleur, même si l'échantillon contient plus d'un type de microorganisme.

- **Préparation du frottis**

- ✓ À l'aide d'une anse de platine, une colonie avec une goutte de l'eau distillée sont ajoutés dans une lame.
- ✓ Étaler bien le mélange et fixer sur le bec bunsen
- ✓ Mettre le bleu de méthylène sur le frottis et attendre 1 à 2 minutes.
- ✓ Rincer la lame par l'eau distillée et sécher la lame doucement avec un papier.

- **Observation**

Au microscope par l'objectif x100 .

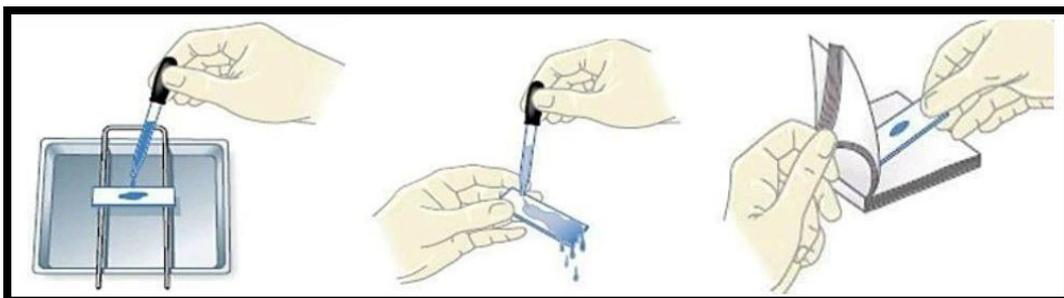


Fig.21. Les étapes de la technique de coloration au Bleu de Méthylène [12].

### II.7. Tests d'identification complémentaire

- **Test catalase**

La catalase est une enzyme qui permet à la bactérie de dégrader l' $H_2O_2$

- **Technique :**

Sur une lame vierge et sèche, mettez une goutte d'eau oxygénée à 10 volumes, puis utilisez une pipette Pasteur pour ajouter l'inoculum. La libération de bulles de gaz indique que le test est concluant (Delarras, 2007)

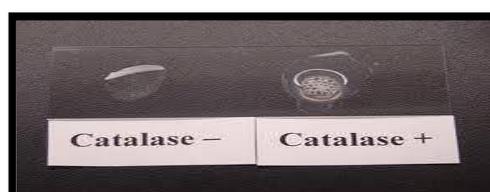
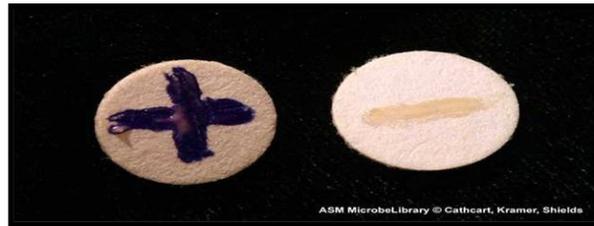


Fig. 22. Test catalase [13]

➤ **Test oxydase**

Le disque oxydase, composé d'oxalate diméthyle puruphénylène diamine, révèle la présence de cette enzyme. Incolore lorsqu'il est réduit, il devient rouge lorsqu'il est oxydé. Ce test implique de placer un disque oxydase sur une lame propre, de l'humidifier avec deux gouttes d'eau distillée stérile et d'écraser la colonie examinée sur le disque. Les bactéries oxydases positives colorent le disque en violet en quelques minutes (**Carbonnelle et al., 1988**).



**Fig.23.**Test oxydase [14]

## II.8. Identification par les galeries API

- **API 20 E**

➤ **Technique**

La galerie API 20 E est une méthode destinée à l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif. Elle se compose de 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, s'appuyant sur une base de données (Fig. 24) (**Delarras, 2007**).



**Fig.24:** Présentation de la galerie API 20 E (Photo originale) .

➤ **Mode opératoire**

A partir d'une culture extraire une unique colonie correctement isolée sur un milieu gélosé et la placer dans un tube contenant de l'eau distillée stérile, ce qui génère une faible suspension bactérienne (opacité 0,5 selon l'échelle de Mc Ferland) (**Delarras, 2007**).

- ✓ Assembler le fond et le couvercle d'une boîte d'incubation, puis distribuer approximativement 5 ml d'eau distillée dans les alvéoles afin de générer une ambiance humide.

- ✓ Complétez les tubes et les cupules des tests : |CIT|, |VP|, |GEL|, avec la suspension bactérienne.
- ✓ Ne remplir que les tubes (et pas les cupules) pour les autres analyses.
- ✓ Il faut créer un environnement anaérobie pour les tests : ADH, LDC, ODC, URE, H<sub>2</sub>S, en remplissant leurs cupules avec de l'huile de paraffine.
- ✓ Fermer la boîte d'incubation, enregistrer et mettre à 37 °C pendant 18 à 24 heures (**Leclerc, 1996**)

➤ **Lecture de la galerie**

Après incubation à 37°C pendant 24h, on note sur la fiche des résultats de toutes les réactions spontanées. Si le glucose est positif et/ou si trois tests ou plus sont positifs : indiquer les tests qui nécessitent l'ajout de réactifs .

**-Test VP** : incorporer une goutte des réactifs VP1 et VP2. Veuillez patienter au moins 10 minutes. Une réaction positive est indiquée par une teinte rose vif ou rouge.

**-Test TDA** : ajoutez une goutte de réactif TDA. Une réaction positive est indiquée par une teinte brun sombre.

**-Test IND** : ajouter une goutte de réactif de Kovacs. Un anneau rouge généré en 2 minutes signale une réaction positive.

L'interprétation de ces réactions s'effectue par le biais d'un profil numérique à l'aide du catalogue API 20E analytique (**Delarras, 2007**).

➤ **Identification**

En utilisant le tableau d'identification, comparez les résultats présentés sur la fiche avec ceux du tableau ; chaque case de ce dernier renferme un pourcentage de positivité. Selon le catalogue analytique, les tests sont organisés en ensembles de trois, et une note (1, 2 ou 4) est attribuée en fonction de la position de la cupule dans l'ensemble. Par la suite, on obtient un code à sept chiffres qui fait office d'identifiant dans un logiciel d'identification (**Delarras, 2007**).

- **API 20 NE**

➤ **Technique**

La méthode API 20 NE, une galerie biochimique standardisée et de petite taille, permet l'identification de certaines bactéries Gram-négatives non entérobactéries et non fastidieuses, qui sont oxydase positives. Elle comprend une galerie de 20 microtubes remplis de milieux et de substrats sous forme déshydratée (Fig. 25).

Les tests standards sont effectués en injectant une suspension saline contenant des bactéries. Les réactions qui se produisent pendant la phase d'incubation se manifestent par des changements de couleur spontanés ou révélés lors de l'ajout de réactifs.

Les tests d'assimilation sont effectués en utilisant un milieu minimal et les bactéries ne peuvent se développer que si elles ont la capacité d'exploiter le substrat approprié (Delarras, 2007).



Fig. 25. Présentation de la galerie API 20NE (Photo originale).

### ➤ Mode Opérateur

La mise en place de la galerie Api 20 NE se réalise de manière identique à celle de l'API 20E.

- ✓ Réaliser une suspension bactérienne dans une ampoule contenant un milieu de NaCl 0,85% ou dans un tube stérile d'eau distillée, avec une turbidité identique à celle de la référence 0,5 Mc Farland.
- ✓ Utiliser la suspension précédente pour remplir les tubes (et non les cupules) des tests NO3 à PNPG. Éviter la création de bulles.
- ✓ Déplacez 200 µl de la suspension antérieure dans une ampoule contenant le milieu AUX. Rendre homogène.
- ✓ Compléter les tubes et les récipients des tests GLU à PAC.
- ✓ Les cupules des trois tests GLU, ADH, URE doivent être remplies avec de l'huile de paraffine.
- ✓ Incuber pendant 24 heures à une température de 30 °C (Delarras, 2007).

### ➤ Lecture et identification

Une fois incubée, la lecture de la galerie doit être effectuée en consultant le tableau de lecture, Ensuite, effectuez les tests qui nécessitent l'ajout de réactifs.

L'identification s'effectue en se référant au catalogue analytique ou grâce à un logiciel d'identification (Delarras, 2007).

#### • API STAPH

### ➤ Technique

L'API Staph est un dispositif normalisé pour la reconnaissance des genres *Staphylococcus* et *Micrococcus*.

La galerie API Staph est composée de 20 microtubes contenant des substrats déshydratés (fig.26). Les germes sont ensemencés avec une suspension bactérienne préparée dans le Milieu API Staph, permettant ainsi de reproduire les tests. Les réactions qui se produisent durant la période d'incubation se manifestent par des changements de couleur spontanés ou révélés par l'ajout de réactifs (Delarras, 2007).

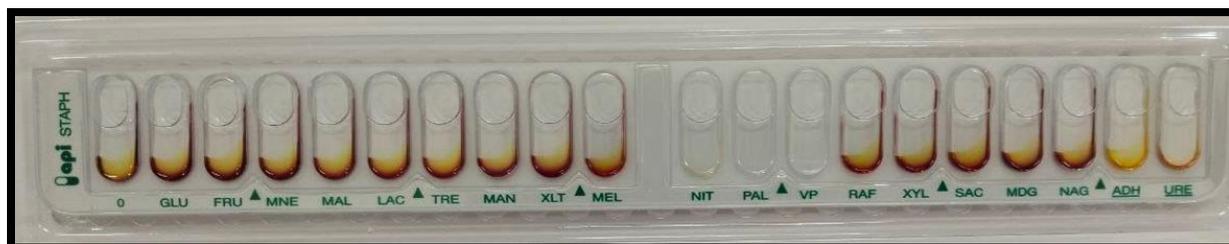


Fig. 26. Présentation de la galerie API Staph (Photo originale).

### ➤ Mode Opératoire

- La préparation de l'inoculum

- ✓ Effectuer une pré-culture sur gélose Chapman.
- ✓ Réaliser une suspension bactérienne dans un flacon API Staph Medium.

- Inoculation de la galerie : La manière de préparer la galerie est la même que celle utilisée pour l'API 20E.

- ✓ Il faut introduire la suspension dans les tubes de la galerie en évitant la création de bulles.
- ✓ Pour les caractères ADH et URE, il est nécessaire de remplir les cupules avec de l'huile de paraffine. Incuber pendant 24 heures à une température de 37°C (Delarras, 2007).

### ➤ Lecture de la galerie API Staph

Suite à l'incubation, la lecture de la galerie doit être effectuée en consultant le tableau de lecture, et toutes les réactions spontanées doivent être enregistrées sur la fiche de résultats. Effectuer les tests qui nécessitent l'ajout de réactifs : consulter le tableau des résultats. L'interprétation de ces réactions se réalise par rapport aux standards de croissance et l'identification est réalisée grâce au Catalogue Analytique, à l'automate ATBTM, au mini API

Staph, ou au logiciel d'identification APIWEB suite à la création d'un profil numérique pour API Staph (Delarras, 2007).

## II.9. Antibiogramme

L'antibiogramme permet de déterminer la sensibilité d'une bactérie vis-à-vis des antibiotiques ATB. Il a été réalisé selon la méthode de diffusion en milieu gélosé, méthode des disques (Antibiogramme standard).

- **Principe**

Pour réaliser l'antibiogramme par la méthode des disques, la culture bactérienne est ensemencée à la surface d'une gélose spécialement étudiée, la gélose de Mueller-Hinton (éventuellement additionnée de sang).

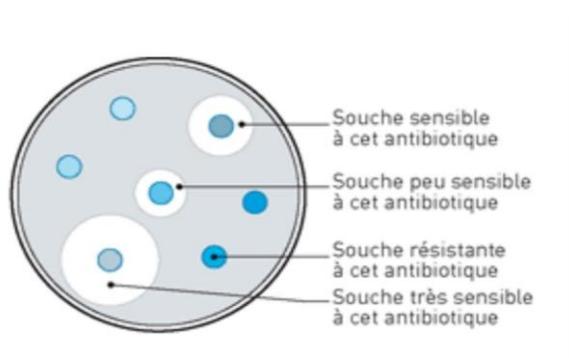
Des disques préimprégnés d'une dose connue d'antibiotique sont déposés à la surface de la gélose. L'antibiotique diffuse à partir du disque en créant un gradient de concentration.

La détermination du diamètre de la zone d'inhibition permet une estimation de la concentration minimale inhibitrice. Les caractères de sensibilité ou de résistance de la souche bactérienne en seront déduits (CA-SFM, 2010).

- **Lecture :**

Interprétation Pour chaque antibiotique : il faut mesurer le diamètre de la zone d'inhibition au revers de la gélose. L'interprétation des souches (sensibles, intermédiaires ou résistantes) se fait selon les diamètres critiques recommandés par (CA-SFM, 2008).

Chaque disque a une concentration minimale inhibitrice, caractérisée par un diamètre d'inhibition, la comparaison des diamètres mesurés autour des disques déposés et ceux recommandés permettra de détecter le phénotype sensible, intermédiaire, et résistant



**Fig. 27.** Dépôt des antibiotiques sur le milieu Mueller-Hinton (MH) [15]

-Si le diamètre de la zone d'inhibition est  $\geq D$  : la souche est dite sensible (S).

- Si le diamètre de la zone d'inhibition est  $< D$  : la souche est dite résistante (R).
- Si  $d \leq$  diamètre de la zone d'inhibition  $< D$  : la souche est dite intermédiaire (I)
- D =diamètre (CA-SFM, 1998).

*Chapitre 3*  
*Résultats et Discussion*

III.1. Source d'échantillonnage

Echantillon	Origine
E1	Viande hachée : Boucherie 1 (Guelma)
E2	Viande rouge : Boucherie 2 Guelma (centre)
E3	Viande rouge « Merguez » : Boucherie 1 (Guelma)
E4	Viande blanche « les ailes de poulet » : Boucherie 1(Guelma)
E5	Viande rouge « Effet 3jours au frigo » : Boucherie 1 (Guelma)
E6	Viande rouge « le foie » : Boucherie 3 (Boumahra)
E7	Viande blanche « cuisson » : Boucherie 4 (Nouvelle ville)

III.2. Résultats des coliformes totaux et fécaux streptocoques totaux et fécaux

- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

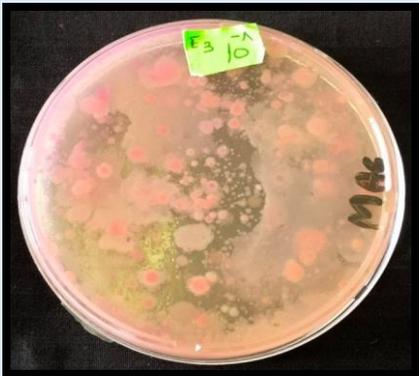
Echantillons	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Nombre des coliformes totaux (CT/g)	4000	25000	1100	140000	45000	140000	20000
Nombre des coliformes fécaux (CF/g)	0	0	1100	0	95000	140000	0

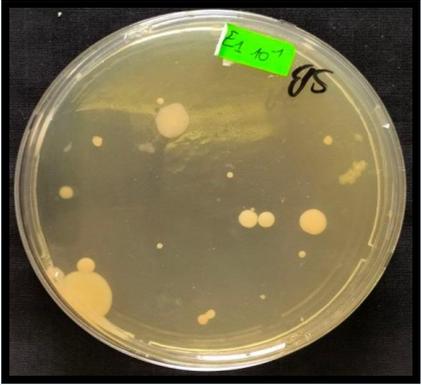
- Recherche et dénombrement des streptocoques totaux et fécaux

Echantillons	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Nombre des streptocoques fécaux (SF/g)	0	0	2000	2000	45000	25000	1100

## III.3. Aspect Macroscopique des colonies isolées

Milieu de culture (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7)	Aspects macroscopiques
 <p data-bbox="395 840 560 873"><b>Milieu GN :</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Milieu de culture</b> : Gélose nutritive (transparente), permettant la croissance de différents types de bactéries.</li> <li>2. <b>Couleur des colonies</b> : Beige à jaunâtre, avec quelques colonies légèrement plus opaques.</li> <li>3. <b>Forme des colonies</b> : Majoritairement circulaires, mais certaines présentent des contours irréguliers.</li> <li>4. <b>Taille des colonies</b> : Variée (de petites à grandes colonies), ce qui peut indiquer la présence de plusieurs types de bactéries (flore mixte).</li> <li>5. <b>Élévation</b> : Apparence bombée pour les colonies les plus visibles.</li> <li>6. <b>Texture apparente</b> : Certaines colonies semblent lisses et brillantes, d'autres granuleuses ou crémeuses.</li> <li>7. <b>Distribution</b> : Colonies bien réparties sur toute la surface, ce qui indique un ensemencement homogène.</li> </ol>
<p data-bbox="308 1541 563 1574"><b>Milieu Chapman :</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Couleur des colonies</b> : Jaune, uniforme pour la majorité des colonies.</li> <li>2. <b>Forme des colonies</b> : Circulaires, bien délimitées.</li> <li>3. <b>Taille des colonies</b> : Petites à moyennes, avec une répartition assez homogène sur toute la surface du milieu.</li> <li>4. <b>Élévation</b> : Non observable précisément sur photo, mais les colonies semblent légèrement</li> </ol>

	<p>bombées.</p> <p>5. Texture apparente : Les colonies paraissent lisses et opaques.</p> <p>6. Distribution : Colonies dispersées sur toute la surface du milieu gélosé, ce qui suggère une croissance bactérienne assez répandue.</p> <p>7. Milieu de culture : Probablement un milieu nutritif (ex : gélose nutritive), teinté de jaune, ce qui peut être dû à la composition du milieu ou à la croissance bactérienne.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Milieu Mac Conkey</b></p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Forme des colonies</b> : majoritairement irrégulières, certaines rondes.</li> <li>2. <b>Taille</b> : colonies de tailles variées (petites à moyennes).</li> <li>3. <b>Couleur</b> : colonies de couleur rose pâle à rose vif, et d'autres incolores ou beige.</li> <li>4. <b>Relief</b> : certaines colonies semblent plates, d'autres légèrement bombées.</li> <li>5. <b>Bord</b> : bords irréguliers pour certaines colonies, d'autres à bords bien délimités.</li> <li>6. <b>Surface</b> : surface brillante et lisse pour certaines colonies, d'autres ont un aspect granuleux ou mat.</li> <li>7. <b>Transparence</b> : certaines colonies sont opaques, d'autres translucides.</li> <li>8. <b>Pigmentation du milieu</b> : coloration rose autour de certaines colonies, indiquant une fermentation du lactose (typique sur MacConkey).</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Milieu Hektoen</b></p>	<p><b>Forme</b> : Colonies rondes bien définies.</p> <p><b>Couleur</b> : Rose à rouge, ce qui indique généralement une fermentation du lactose (comme chez <i>Escherichia coli</i>).</p>

	<p><b>Taille</b> : Les colonies sont moyennes à grandes, visibles à l'œil nu.</p> <p><b>Texture</b> : L'aspect semble lisse et brillant.</p> <p><b>Relief</b> : Colonies légèrement bombées.</p> <p><b>Opacité</b> : Colonies opaques.</p> <p><b>Distribution</b> : En stries, typique d'un isolement en épuisement.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Milieu Sabouraud</b></p> 	<p><b>1. Forme Colonies</b> :</p> <p>Colonies rondes, bien délimitées.</p> <p><b>2. Taille</b> :</p> <p>Taille variable : petites à moyennes, avec quelques grosses colonies bien visibles.</p> <p><b>3. Couleur</b> :</p> <p>Beige/crème uniforme.</p> <p><b>4. Relief</b> : Colonies légèrement bombées.</p> <p><b>5. Texture</b> : Lisse et brillante (aspect mucoïde pour certaines colonies).</p> <p><b>6. Opacité</b> : Opaques à légèrement translucides.</p> <p><b>7. Distribution</b> : Répartition aléatoire, correspondant à une dilution décimale (probablement ensemencement en étalement).</p>
<p style="text-align: center;"><b>Milieu SS</b></p>	<p><b>1. Forme des colonies</b> :</p> <p>Colonies circulaires bien délimitées.</p> <p>Présence de colonies irrégulières et étalées, surtout sur la droite.</p> <p><b>2. Taille</b> :</p> <p>Colonies de tailles variées : petites, moyennes et grandes.</p>



**3. Couleur :**

Teintes allant du beige au brun orangé.

Certaines colonies présentent un centre plus foncé.

**4. Relief :** Colonies bombées au centre.

Certaines colonies ont des bords plats ou festonnés.

**5. Texture :**

Apparence veloutée à sèche pour certaines colonies.

D'autres semblent visqueuses ou muqueuses.

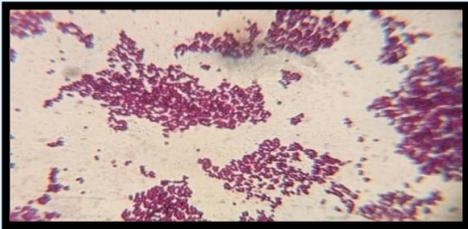
**6. Opacité :**

Colonies opaques à légèrement translucides.

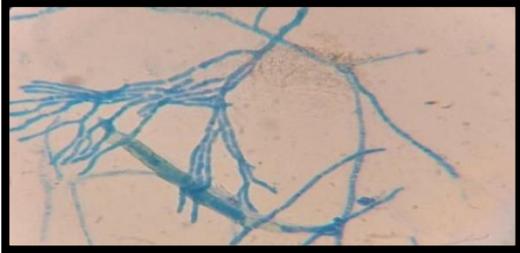
**7. Distribution :**

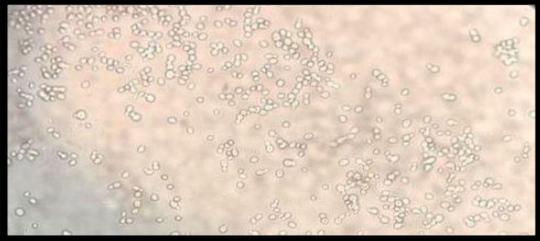
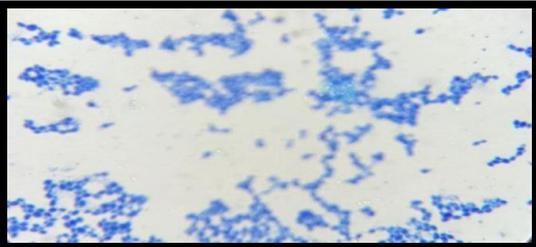
Répartition aléatoire en surface, pouvant résulter d'un ensemencement par étalement ou d'une contamination environnementale

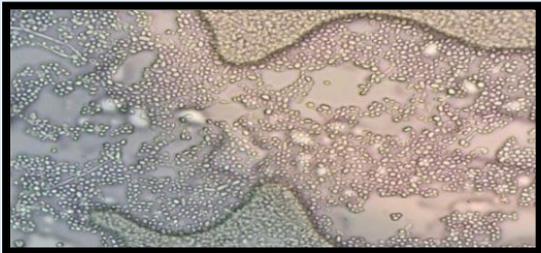
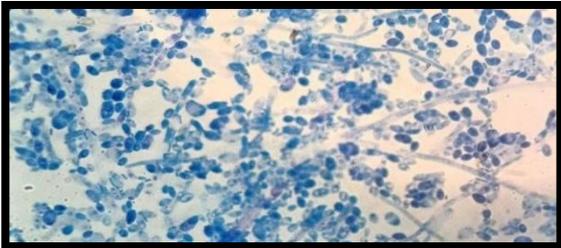
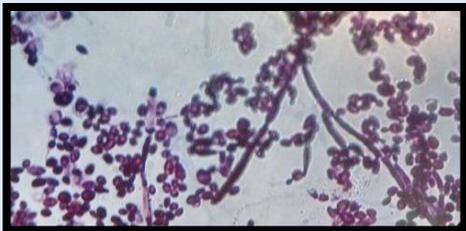
**III.4. Aspect Microscopique**

Observation microscopique	Caracteristiques
<p data-bbox="435 1323 571 1357"><b>Chapman</b></p>  <p data-bbox="416 1615 600 1648"><b>Objectif ×100</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="855 1323 1374 1576">1. Coloration violette (ou pourpre) : Cela indique que les bactéries sont Gram positives. Elles conservent le cristal violet après la décoloration grâce à leur paroi riche en peptidoglycane.</li> <li data-bbox="855 1599 1374 1742">2. Forme arrondie : Les bactéries ont une forme cocciq (coques), c'est-à-dire sphérique.</li> <li data-bbox="855 1765 1374 1908">3. Arrangement en amas : Les coques sont regroupées en grappes, ce qui est caractéristique des Staphylocoques.</li> </ol> <p data-bbox="855 1930 1015 1964">Conclusion :</p> <p data-bbox="855 1986 1374 2020">L'aspect microscopique suggère des</p>

	<p>cocci Gram positifs en amas, typique du genre <i>Staphylococcus</i>, notamment <i>Staphylococcus aureus</i> si confirmé par des tests biochimiques ou culturels.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hektoen</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×100</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coloration rose/rouge : Les bactéries apparaissent Gram négatif, car elles ne retiennent pas le cristal violet et prennent la coloration de contre-coloration (safranine ou fuchsine).</li> <li>2. Forme allongée : Les bactéries sont de forme bacillaire (bâtonnets).</li> <li>3. Disposition isolée ou en courtes chaînes : Les bacilles sont dispersés ou parfois en petits regroupements, sans formation caractéristique particulière comme les chaînes longues ou les amas typiques.</li> </ol> <p>Conclusion :</p> <p>L'aspect microscopique montre des bacilles Gram négatifs dispersés, ce qui peut correspondre à de nombreuses bactéries entériques comme <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella</i>, <i>Pseudomonas</i>, ou <i>Salmonella</i>, entre autres</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sabouraud chloramphénicol Etat frais</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×40</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Forme : On observe principalement des bacilles (forme allongée, bâtonnets).</li> <li>2. Disposition : Les bacilles semblent dispersés ou faiblement groupés, parfois en amas désorganisés. Certains sont isolés.</li> <li>3. Coloration faible ou absente : Cela suggère soit une absence de coloration,</li> </ol>

	<p>soit un étalement trop dilué ou un problème technique lors de la préparation.</p> <p>4. Présence de débris ou impuretés : Des structures amorphes ou filamenteuses sont visibles, probablement des débris cellulaires ou des artefacts.</p> <p>Conclusion : Il s'agit probablement de bacilles non colorés ou faiblement colorés, difficiles à caractériser précisément sans coloration de Gram. Une nouvelle préparation avec une bonne coloration (Gram ou autre selon le contexte) serait utile pour une meilleure interprétation.</p>
<p><b>Sabouraud chloramphénicol Coloration simple</b></p>  <p>Objectif ×100</p>	<p>Filaments bleus</p>
<p><b>Sabouraud chloramphénicol état frais</b></p>  <p>Objectif ×40</p>	<p>Cocci incolores</p>
<p><b>Sabouraud chloramphénicol Coloration simple</b></p>	<p>Levure bleue de méthylène</p>

 <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×100</b></p>	<p>Diplocoques bleus</p>
<p style="text-align: center;"><b>SS état fais</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×40</b></p>	<p>1. Forme cellulaire Les structures observées sont petites, rondes ou ovales, ce qui est typique : Des Cocci (bactéries sphériques), ou des levures unicellulaires</p> <p style="padding-left: 40px;">1. Les cellules semblent être :</p> <p>En amas irréguliers,</p> <p>Sans organisation nette (pas de chaînes ni de diplocoques), Ce qui est compatible avec des levures en bourgeonnement ou des cocci dispersés.</p> <p>3. La taille des éléments est globalement homogène</p> <p>4. Fond clair / contraste de phase</p> <p>5. Absence de structures spécifiques Pas de flagelles, spores, hyphes ou capsules clairement visibles.</p>
<p style="text-align: center;"><b>SS coloration simple</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×100</b></p>	<p>Bacilles bleus</p>

<p style="text-align: center;"><b>Sabouraud état frais</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×40</b></p>	<p>Très grande densité de petites cellules sphériques, bien délimitées, uniformément réparties.</p> <p>Présence de zones d'agrégation ou de tapissage sur des surfaces visibles (probable biofilm ou croissance en nappe).</p> <p>Les cellules ont un aspect typique de levures unicellulaires.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sabouraud coloration simple</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×100</b></p>	<p>D'un point de vue microbiologique (forme bactérienne/fongique), cette image montre des structures caractéristiques de champignons filamenteux (mycètes), et non de bactéries.</p> <p>Ni cocci ni bacilles : Ce ne sont pas des bactéries sphériques (cocci) ni en bâtonnets (bacilles).</p> <p>Présence d'hyphes : Longs filaments ramifiés = typiques des champignons.</p> <p>Spores ou conidies : Petites structures rondes ou ovales regroupées</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sabouraud coloration de gram</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Objectif ×100</b></p>	<p>Forme sphérique (ronds), regroupés en chaînes.</p> <p>Cela correspond à des cocci.</p> <p>Les cocci sont organisés en chaînes longues ou courtes, ce qui est caractéristique des streptocoques</p> <p>La coloration semble être une coloration de Gram (violet), suggérant que ce sont des Gram positifs (retiennent le violet de cristal).</p> <p>Absence de spores, pas de bacilles, ni</p>

	<p>de champignons filamenteux visibles ici.</p> <p>Pas de capsules ni flagelles visibles.</p> <p>Cocci Gram positifs</p>
--	--

III.5. Résultats de l'identification par les API systèmes (API 20 E, API 20 NE)

API système	Milieux de purification	Espèces bactériennes identifiées	Codes
API 20 E	Hektoen	<i>Aeromonas hydrophila</i>	6102002
	Mac Conkey	<i>Proteus mirabilis</i>	1032000
	Hektoen	<i>Brevundimonas vesicularis</i>	1430000
	Mac conkey	<i>Escherichia coli</i>	7144552
	Hektoen	<i>Salmonella spp</i>	3706553
API 20 NE	SS	<i>Pasteurelle spp</i>	3530001
API Staph	Chapman	<i>Staphylococcus xylosus</i>	7775673
		<i>Staphylococcus lentus</i>	4777700

• Profil biochimique des souches en amont

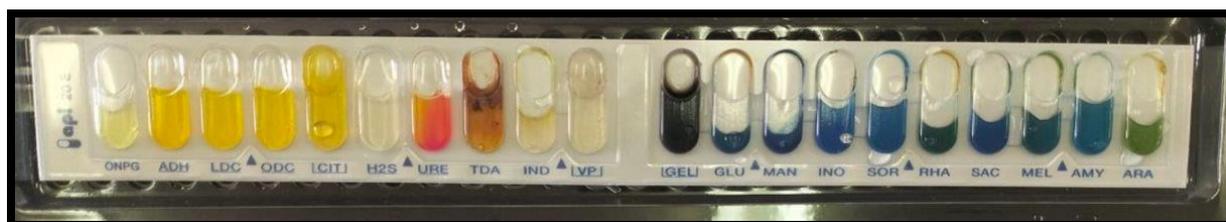


Fig. 28. *Proteus mirabilis*

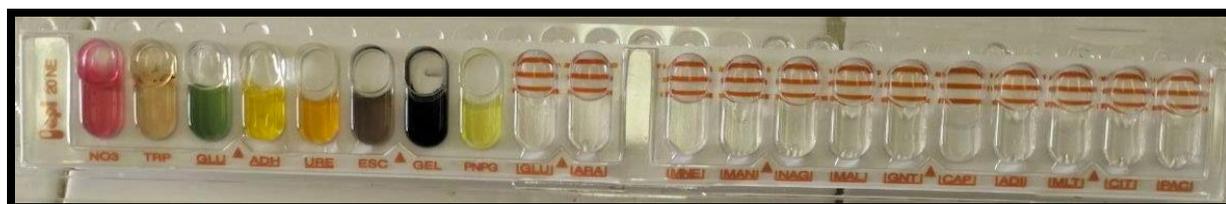


Fig.29. *Breundimonas vesicularis*



Fig30. *Pasteurella* spp

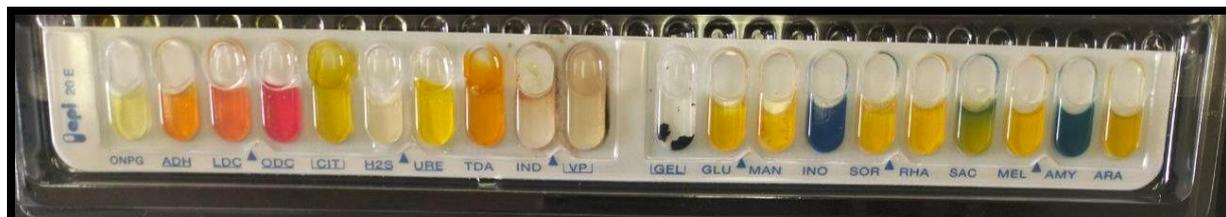


Fig. 31. *Escherichia coli*



Fig. 32. *Staphylococcus lentus*



Fig.33. *Staphylococcus xylosus*

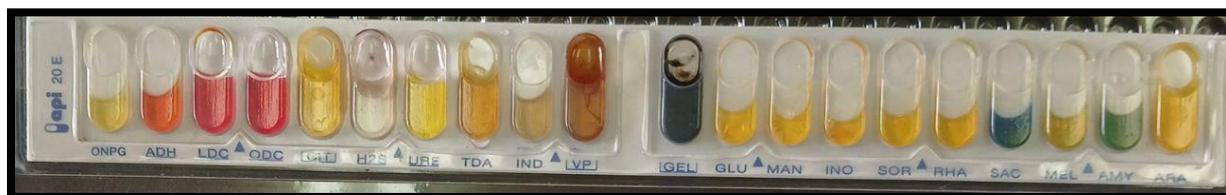


Fig. 34. *Aeromonas* spp

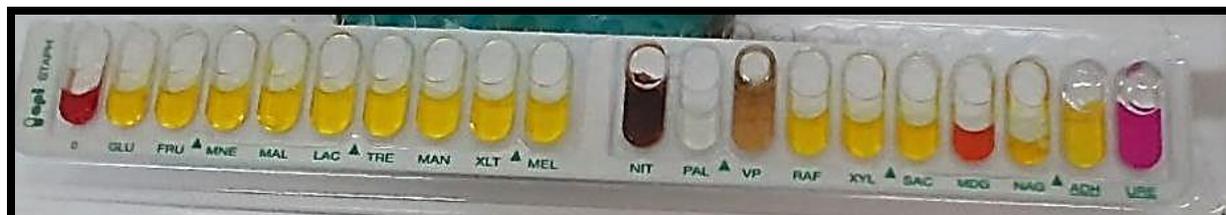


Fig. 35. *Salmonella* spp

### III.6. Résultats de l'identification biochimique complémentaires

- Profil biochimique des *Staphylococcus*

Tests	Résultats
Test catalase	 (+)
Test oxydase	 (+)

III.7.Résultats de l'antibiogramme

Antibiotiques / Bactéries	Antibiotiques						
	GEN	P10	AMX	VA	RA	S300	C
<i>Staphylococcus xylosus</i>	23mm (S)	6mm (R)	26mm (S)	28mm (S)	20mm (S)	30mm (S)	/
<i>Staphylococcus lentus</i>	28mm (S)	6mm (R)	7mm (R)	6mm (R)	8mm (R)	23mm (S)	/
<i>Aeromonas hydrophila</i>	26mm (S)	6mm (R)	6mm (R)	9mm (I)	12mm (I)	22mm (S)	/
<i>Escherichia coli</i>	6mm (R)	6mm (R)	6mm (R)	10mm (I)	6mm (R)	15mm (I)	/
<i>Pasteurelle spp</i>	25mm (S)	6mm (R)	11mm (I)	11mm (I)	16mm (S)	31mm (S)	/
<i>Proteus mirabilis</i>	25mm (S)	6mm (R)	11mm (I)	24mm (S)	15mm (I)	30mm (S)	/
<i>Brevundimonas vesicularis</i>	33mm (S)	6mm (R)	44mm (S)	23mm (S)	40mm (S)	6mm (R)	/

<i>Staphylococcus xylosus</i>	/	5mm <b>(R)</b>	37mm <b>(S)</b>	3mm <b>(R)</b>	/	/	35mm <b>(S)</b>
<i>Staphylococcus xylosus</i>	/	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	/	/	25 mm <b>(S)</b>
<i>Salmonelle spp</i>	/	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	/	/	25 mm <b>(S)</b>
<i>Proteus mirabilis</i>	/	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	6mm <b>(R)</b>	/	/	37mm <b>(R)</b>
<i>Salmonelle spp</i>	/	6mm <b>(R)</b>	30mm <b>(S)</b>	6mm <b>(R)</b>	/	/	6mm <b>(R)</b>

S : Sensible ; I : Intermédiaire. R : Résistante



Fig. 36. Exemple d’antibiogramme cas de *Staphylococcus xylosus* (photo original)

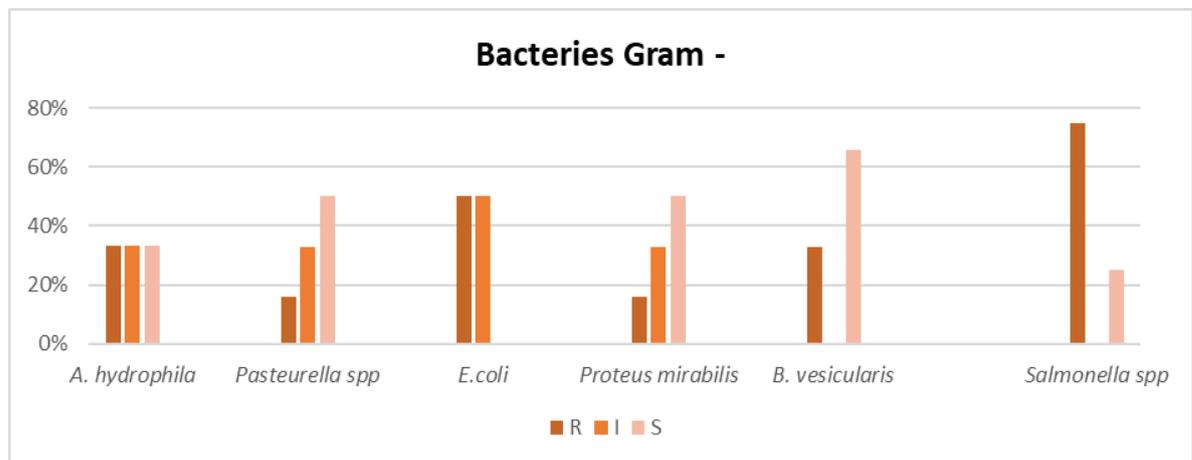


Fig.37. Bactéries Gram -

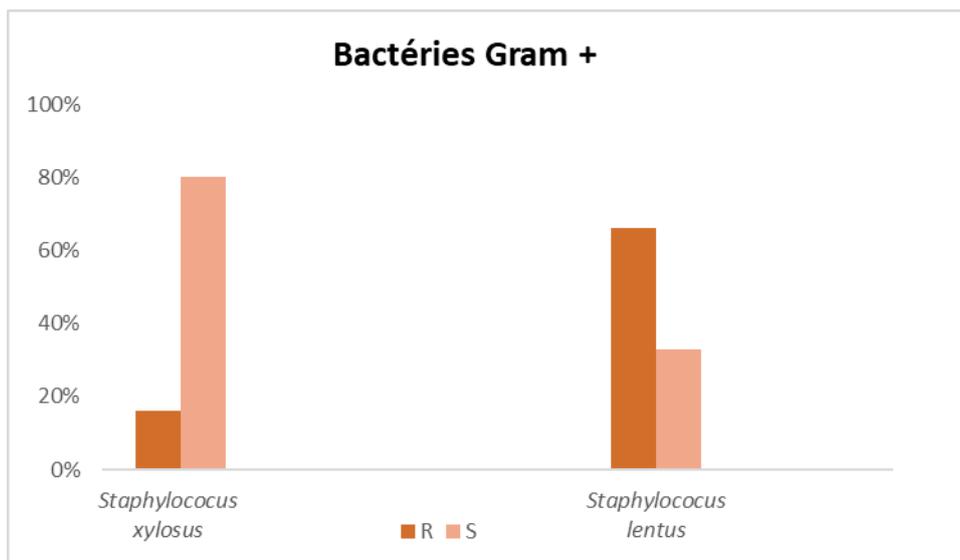


Fig.38. Bactéries Gram +

III.8. Résultats des ASR

Echantillons	Résultats
<b>E1</b>	-
<b>E2</b>	-
<b>E3</b>	+
<b>E4</b>	+
<b>E5</b>	+
<b>E6</b>	-
<b>E7</b>	+



Résultat -

Résultat +

Fig.39. Résultat des ASR

### III.8. Discussion

L'étude microbiologique commence toujours par l'observation macroscopique des colonies qui ne représentent que ces clones des souches isolées et identifiées pendant toute notre travail. Ainsi, sur les différents milieux utilisés, que ça soit pour l'isolement des bactéries Gram positifs et des bactéries Gram négatifs ou même sur gélose ordinaire, nous avons trouvés que toutes les cultures sont polymicrobiennes présentant des colonies de différents aspects et de différentes tailles. La majorité des colonies exhibent des aspects plus ou moins similaires où la couleur dominante est la couleur avec des contours réguliers.

L'étude microscopique des souches a montré que la majorité des bactéries ont des formes bâtonnets à Gram négatives. La présence de bactéries ovoïdes est aussi observée. Ces microorganismes sont souvent regroupés en amas et/ou en chainettes et réagissent positivement à la coloration de Gram.

Cette étude a été menée dans le but d'évaluer la qualité microbiologique des viandes rouges et blanches commercialisées dans la wilaya de Guelma, en se concentrant particulièrement sur la recherche et l'identification des germes indicateurs d'hygiène ainsi que des bactéries pathogènes. L'objectif principal était de mettre en évidence les principales flores microbiennes présentes dans les viandes destinées à la consommation humaine, tout en tenant compte des conditions de manipulation, de conservation et des pratiques sanitaires observées dans les boucheries locales.

Les résultats obtenus ont révélé une contamination microbienne significative dans la majorité des échantillons analysés. Des charges élevées en flore mésophile aérobie ont été constatées dans plusieurs cas, notamment dans les viandes hachées, les produits transformés (merguez), ainsi que les viandes conservées au réfrigérateur pendant plusieurs jours. Par ailleurs, la présence de bactéries pathogènes telles que *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., *Aeromonas hydrophila*, *Proteus mirabilis* et même la présence de levures et de moisissures a été confirmée, mettant en évidence une exposition potentielle des consommateurs à des agents responsables d'intoxications alimentaires ou d'infections opportunistes.

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) représente un indicateur global de la qualité microbiologique des viandes. Les résultats montrent que la plupart des échantillons dépassaient les seuils recommandés (10 UFC/g), particulièrement dans la viande hachée et le foie. Cette flore, en tant que reflet de l'état général d'hygiène et de fraîcheur, révèle ici des

conditions de conservation inadéquates ou une rupture de la chaîne du froid. Une étude de (**Guergueb et al.,2023**). A mis en évidence des taux moyens similaires en Algérie, particulièrement dans les viandes issues de points de vente informels, confirmant une problématique nationale en matière de sécurité alimentaire. Ces charges élevées compromettent non seulement la durée de conservation mais favorisent également la prolifération de bactéries pathogènes secondaires.

L'analyse des coliformes totaux et fécaux par la méthode du nombre le plus probable (NPP) a révélé leur présence dans plusieurs échantillons, ce qui traduit une contamination fécale certaine. Les coliformes fécaux, et en particulier *Escherichia coli*, sont des indicateurs directs d'une contamination d'origine intestinale, soit par contact direct avec les excréments des animaux, soit par un lavage inadéquat des carcasses ou du matériel. La thèse de **Bouzi** (**2022**) a confirmé que *E. coli* est largement isolée des viandes rouges vendues dans la région de Blida, avec des profils de résistance préoccupants à l'amoxicilline et au cotrimoxazole. La présence de ces germes dans la viande constitue un réel danger pour la santé publique, en particulier chez les enfants, les personnes âgées ou les immunodéprimés.

Concernant les staphylocoques, l'ensemencement sur milieu Chapman a permis d'identifier *Staphylococcus xylosus* et *Staphylococcus lentus*. Ces staphylocoques à coagulase négatifs, bien que traditionnellement considérés comme moins pathogènes que *Staphylococcus aureus*, peuvent néanmoins être impliqués dans des infections opportunistes, notamment cutanées ou urinaires. Les tests d'antibiogramme ont mis en évidence une multirésistance chez *S. lentus*, notamment à la pénicilline et à l'amoxicilline. Ces résultats concordent avec ceux rapportés dans la thèse de doctorat de **Kherbouche (2018)**, qui a observé une forte fréquence de ces espèces dans les produits carnés à Constantine, ainsi qu'un profil de résistance élargi, rendant difficile la prise en charge thérapeutique.

La détection de *Salmonella* spp. dans des échantillons de viande blanche et de foie constitue un résultat particulièrement alarmant. Ces bactéries sont à l'origine de salmonelloses, des toxi-infections alimentaires souvent graves, pouvant entraîner fièvre, diarrhée sévère, et hospitalisation. **Laib (2021)** a rapporté une prévalence de *Salmonella* spp. dans plus de 18 % des viandes rouges vendues à Sétif, avec des taux de résistance élevés aux antibiotiques de la famille des  $\beta$ -lactamines. Dans cette étude, les souches de *Salmonella* isolées ont montré une résistance totale à la pénicilline et à l'amoxicilline, soulignant un risque de transmission de souches multirésistantes par l'alimentation.

Les résultats du test de recherche des streptocoques ont confirmé leur présence dans plusieurs échantillons, notamment ceux conservés pendant plusieurs jours. Les streptocoques sont généralement associés aux flores lactiques mais certaines espèces pathogènes peuvent provoquer des infections génitales, urinaires, ou ORL. Leur présence dans les viandes peut résulter de contaminations croisées par les manipulateurs ou l'environnement. L'analyse révèle ici des pratiques hygiéniques insuffisantes lors de la découpe ou du conditionnement.

L'ensemencement sur gélose Sabouraud a permis de mettre en évidence la présence de levures et de moisissures dans plusieurs viandes, principalement dans la viande hachée et les ailes de poulet. Si les levures sont relativement peu pathogènes, certaines moisissures peuvent produire des mycotoxines aux effets cancérigènes ou hépatotoxiques. L'humidité, la température ambiante et la durée de conservation sont des facteurs favorisant leur prolifération. Cela rend la viande impropre à la consommation, surtout en cas de cuisson insuffisante ou de consommation crue.

Les résultats concernant les anaérobies sulfite-réducteurs (ASR) ont révélé leur présence dans quatre échantillons sur sept. Ces bactéries, telles que *Clostridium perfringens*, sont sporulées et peuvent survivre à la cuisson. Elles sont responsables d'intoxications alimentaires aiguës, entraînant crampes, diarrhées, voire colites sévères. Selon (**Belkebir et al., 2022**), les ASR sont très fréquents dans les viandes stockées à température ambiante ou conservées trop longtemps. Leur présence dans les échantillons étudiés suggère une dégradation avancée du produit et représente un indicateur de mauvaise conservation.

Enfin, l'analyse globale des résultats met en évidence une contamination microbiologique notable des viandes rouges et blanches commercialisées dans la wilaya de Guelma, traduisant des insuffisances majeures en matière d'hygiène, de conservation et de manipulation. L'impact de cette situation est double : d'une part, elle compromet la qualité sanitaire des viandes, réduisant leur durée de conservation et favorisant leur altération rapide ; d'autre part, elle expose directement les consommateurs à des risques d'intoxications alimentaires, notamment en cas de présence de pathogènes comme *Salmonella* spp, *E. coli* ou *Clostridium perfringens*. La détection de germes multirésistants tels que *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus lentus* ou *Aeromonas hydrophila* soulève en outre une problématique préoccupante liée à l'antibiorésistance, qui complique la prise en charge médicale des infections.

Ces résultats témoignent de la nécessité urgente d'appliquer des mesures correctives au niveau des abattoirs, des boucheries et tout au long de la chaîne de distribution, notamment

en formant le personnel, en contrôlant rigoureusement les températures et en assurant une désinfection régulière des surfaces, afin de garantir une viande saine et conforme aux exigences de sécurité alimentaire.

# *Conclusion*

## ***Conclusion***

---

À l'issue de cette étude, il apparaît clairement que la qualité microbiologique des viandes commercialisées dans la wilaya de Guelma est marquée par une contamination variable, parfois préoccupante. La présence récurrente de germes pathogènes tels que *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, ainsi que d'autres micro-organismes, met en lumière des lacunes notables dans les pratiques d'hygiène et dans le contrôle des conditions de conservation au sein de certaines boucheries. Ces constats traduisent une insuffisance dans la maîtrise des étapes cruciales de la chaîne de production, de transformation et de distribution, ce qui constitue un risque important pour la santé publique.

Face à cette situation, il est impératif de renforcer les mesures de surveillance microbiologique de façon régulière et systématique. Cela passe notamment par une formation continue et approfondie du personnel intervenant tout au long de la chaîne alimentaire, afin d'assurer une meilleure connaissance et application des règles d'hygiène et de sécurité. De plus, il est essentiel d'instaurer un suivi rigoureux de la chaîne du froid, ainsi qu'une désinfection régulière et efficace des équipements et locaux. Ces actions contribueront à réduire significativement les sources potentielles de contamination.

Par ailleurs, la sensibilisation des consommateurs joue un rôle fondamental dans la prévention des risques alimentaires. Informer et éduquer le grand public sur les bonnes pratiques de manipulation, de conservation et surtout de cuisson des viandes est indispensable pour limiter les risques de toxi-infections alimentaires. Il faut rappeler que la sécurité alimentaire ne s'arrête pas à la vente, mais s'étend jusqu'à la préparation à domicile.

Enfin, cette étude ouvre des perspectives intéressantes pour des recherches futures. Le suivi approfondi de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries isolées, ainsi que l'utilisation de techniques modernes de biologie moléculaire pour une identification plus précise des agents pathogènes, sont des axes à privilégier. Ces avancées permettront d'améliorer la gestion du risque sanitaire lié à la consommation des viandes, tout en contribuant à la lutte contre l'émergence de bactéries multirésistantes.

En somme, garantir une meilleure sécurité sanitaire des viandes nécessite une approche globale, impliquant à la fois les autorités sanitaires, les professionnels de la filière et les consommateurs. Ce travail rappelle que la prévention commence dès la production et se poursuit jusqu'à la table, par des gestes simples mais essentiels, tels que bien cuire la viande, respecter la chaîne du froid, et éviter les contaminations croisées. C'est ainsi que l'on pourra protéger efficacement la santé publique et offrir aux consommateurs des produits carnés sûrs et de qualité.

## Conclusion

---

### **Prévention et perspectives**

À l'issue de cette étude, il est évident que la qualité microbiologique des viandes commercialisées dans la wilaya de Guelma présente des défaillances préoccupantes. Pour y remédier, plusieurs axes de prévention s'imposent :

- Un renforcement des contrôles microbiologiques réguliers tout au long de la chaîne de production et de distribution.
- Une formation continue du personnel sur les bonnes pratiques d'hygiène et la gestion de la chaîne du froid.
- Une désinfection rigoureuse et fréquente des équipements, locaux et surfaces de travail.
- Une sensibilisation des consommateurs aux gestes essentiels : bonne cuisson, conservation adéquate, et hygiène lors de la manipulation des viandes.

En ce qui concerne les perspectives, cette étude ouvre la voie à plusieurs pistes de recherche :

- Le suivi de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries pathogènes isolées.
- L'application de techniques de biologie moléculaire pour une identification plus rapide et plus précise des agents microbiens.
- Le développement d'outils de traçabilité et de surveillance pour anticiper les risques microbiologiques et réagir plus efficacement.

D'une manière générale, améliorer la sécurité des viandes nécessite une collaboration active entre les autorités sanitaires, les professionnels de la filière et les consommateurs. C'est à travers cette approche globale et responsable que l'on pourra garantir des produits carnés sains et préserver la santé publique.

# *Références Bibliographiques*

## Références Bibliographiques

---

---

### -A-

-Ahmad, M. U. D., Sarwar, A., Najeeb, M. I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ali, M. A. & Mansur, N. (2013). *Assessment of microbial load of raw meat at abattoirs and retail outlets. Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(3), 745-748.

-Ahouandjnou, H., Baba-Moussa, F., Bonou, J., Dougnon, V., Adéoti, Z., Yedji, R., Toukourou, F., & Baba-Moussa, L. (2015). *Evaluation of the microbiological quality of cattle carcasses in some slaughterhouses at Benin, West Africa. International Journal of Scientific Reports*, 1(5), 228–234.

-Andjongo Efundene, G. C. (2006). *Etude de la contamination des surfaces dans les industries de transformation des produits de la pêche au Sénégal : cas de la pirogue bleue*. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire. École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar. 145p.

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

- Archibald, F. (2003). *Coliformes fécaux*. Institut national de santé publique de Québec, Canada. 133p.

-Aidi Sara Iness. (2018). *Étude de la qualité des viandes blanches (Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire, pp. [nombre de pages non précisé])*. Institut des Sciences Vétérinaires, Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

### -B-

- Bacon, R.T., & Sofos, J.N. (2003). *Characteristics of Biological Hazards in Foods*. In R.H. Schmidt & G.E. Rodrick (Eds.), *Food Safety Handbook* (pp. 157–195). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Bailly, J. D., Brugère, H., & Chardon, H. (2012). *Micro-organismes et parasites des viandes : les connaître pour les maîtriser, de l'éleveur au consommateur*. Centre d'Information des Viandes (CIV), 150 p.

-Bell, C., & Kyriakides, A. (2009). *Salmonella*. In R. H. Schmidt & G. E. Rodrick (Eds.), *Foodborne Pathogens: Hazards, Risk Analysis and Control* (2nd ed. Woodhead Publishing. 674p.

-Benaissa, A. (2011). *Étude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes (Mémoire de Magister)*. Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie. 121 p..

## Références Bibliographiques

---

- **Bonnefoy, C. Guillet, & Leyral, G(2002).** *Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires.* Paris & Doin .Collection Biosciences et Techniques, Série Sciences des Aliments. 248 p
- Benaissa, A. (2016).** *Evolution des qualités physicochimique, biochimique et microbiologique de la viande cameline au cours de son attendrissage et sa conservation selon différents modes.* Thèse de Doctorat,. Université Kasdi Merbah, Ouargla. 133 pages.
- Biesalski, H. K. (2005).** Meat as a component of a healthy diet – Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509–524.
- Blood., (1969).** Food hygiene. *Food Processing In. Goudiaby (25)*, p37-40.
- Bohrer, B. M. (2017).** *Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. Trends in Food Science and Technology*, 65, 103-112.
- Bonnefoy, C., Guillet, F., Leyral, G., & Vernes-Bourdais, E. (2002).** *Population contaminant altérant la qualité sanitaire et marchande. In Microbiologie et Qualité.* 150p.
- Boukhlof, S. (2020).** *Isolement et dénombrement des bactéries pathogènes de la viande cameline vendue au niveau des boucheries de la ville de Ouargla : Contamination superficielle (Mémoire de Master).* Université Kasdi Merbah, Ouargla. 89p.
- Bourgeois, C. M., Mescle, J. F., & Zucca, J. (1996).** *Microbiologie alimentaire : aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments (Tome I, pp. 241–251).* Éditions Lavoisier.
- Bourgeois, C., & Leveau, J. (1991).** *Techniques d'analyse et de contrôle dans l'industrie agroalimentaire.* Paris : Lavoisier. 454 p.
- Belkebir, R., Haddar, C., & Mehadji, A. (2022).** Contamination des viandes rouges par les anaérobies sulfito-réducteurs en Algérie. *Veterinary World*, 15(9), 2135–2142.
- Bouzidi, S. (2022).** *Étude de la prévalence et du profil de résistance aux antibiotiques de Escherichia coli dans la viande rouge vendue à Blida.* Thèse de doctorat. Université Saad Dahlab de Blida. 149p.

## -C-

- Carbonnelle, D., Kouyoumdjian, S., & Audurier, A. (1988).** *Bactériologie médicale techniques usuelles.* Édition Méd. Mal. Inf. France. 377p.
- Cardinal, P. (2003).** *Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire.* Comité provincial sur l'uniformisation et l'interprétation des critères microbiologiques des aliments, Québec, Canada. 44 p.
- Cartier, P. (1993).** Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des bovins : examen de 222 vaches de réforme. *Viandes et Produits Carnés*, 14, 35-38.

## Références Bibliographiques

---

- Cartier, P. (2004).** *Points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines.* Institut de l'Élevage (I. MOËVI), 175 pages.
- Cartier, P. (2007).** *Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Compte rendu final n° 17 05 32 022.* Service Qualité des Viandes, Département Techniques d'Élevage et Qualité, Institut de l'Élevage, France. 72 p.
- Cary, J. W., Linz, J. E., & Bhatnagar, D. (2000).** *Microbial Foodborne Diseases: Mechanisms of Pathogenesis and Toxin Synthesis.* Lancaster: *Technomic Publishing Co., Inc.* 508p.
- Chikwanha, O. C., Vahmani, P., Muchenje, V., Dugan, M. E. R., & Mapiye, C. (2018).** *Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile, for human health and wellbeing.* *Food Research International*, 104, 25–38.
- Coibion, L. (2008).** *Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur.* Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, 97 p.
- Cooper, K. (1999).** *The Plant Environment Counts: Protect your Product through Environmental Sampling.* *Meat and Poultry*, 5, 5.35.
- Croxen, M. A., Law, R. J., Scholz, R., Keeney, K. M., Wlodarska, M., & Finlay, B. B. (2013).** *Recent advances in understanding enteric pathogenic Escherichia coli.* *Clinical Microbiology Reviews*, 26(4), 822–880.
- Cuq, J. L. (2007).** *Microbiologie alimentaire : Contrôle microbiologique des aliments.* Université Montpellier II, Sciences et Techniques du Languedoc. 107p.
- **C.A.S.F.M. ; 2010.** - Société Française de Microbiologie, *COMITE L'ANTIBIOGRAMME DE LA SOCIETE FRANCAISE DE MICROBIOLOGIE* : 114p .
- C.A.S.F.M. ; 1998.** - Société Française de Microbiologie, *COMITE DE L' ANTIBIOGRAMME DE LA SOCIETE FRANCAISE DE MICROBIOLOGIE* : 114p .

## -D-

- Delarras, C. (2007).** *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle.* Paris : *Tec & Doc Lavoisier.* 528 p.
- Dennaï, N., Kharrati, B., & El Yachioui, M. (2001).** *Appréciation de la qualité microbiologique des denrées alimentaires : Département de biologie documentation.* Paris : Lavoisier.
- Djeribi, R., Saidi, M., & Doumandji, A. (2021).** *Antibiotic resistance profile of Proteus mirabilis isolated from raw meat in Algeria.* *African Journal of Microbiology Research*, 15(5), 198–204.

## Références Bibliographiques

---

-Dennaï N., Kharrati B., & El Yachioui M. (2001). *Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annales de Médecine Vétérinaire*, 270–274. Laboratoire de biotechnologie alimentaire, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

### -E-

- Edberg, Stephen C., Rice, Eugene W., Karlin, Rachel J., & Allen, Michael J. (2000). *Escherichia coli*: The best biological drinking water indicator for public health protection. *Symposium Series (Society for Applied Microbiology)*, 29, 106S–116S.

- Elham, I. A., & Nahla, A. A. El-Rahman (2011). Incidence of *Clostridium perfringens* in meat products at some Egyptian governorates. *International Journal of Microbiological Research*, 2(3), 196–203. 8 pages.

- Eslava, Carlos, Villaseca, Jorge, Hernández, Ulises, & Cravioto, Alejandro (2003). *Escherichia coli*. In M. D. Miliotis & J. W. Bier (Eds.), *International Handbook of Foodborne Pathogens*. Marcel Dekker, New York. 148 p.

- Euzéby, J. P. (2007). Dictionnaire de bactériologie vétérinaire [en ligne]. Consulté le 15 août 2007.

3685p.

### -F-

- Feiner, G. (2006). *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 629 p.

-Feng, P. (2001). *Escherichia coli*. In R. G. Labbé & S. García (Eds.), *Guide to Foodborne Pathogens*. New York: John Wiley and Sons. 438p.

-Fosse, J., Cappelier, J.-M., Laroche, M., Fradin, N., Giraudet, K., & Magras, C. (2006). Viandes bovines : une analyse des dangers biologiques pour le consommateur appliquée à l'abattoir. *Rencontre Recherche Ruminants*, 13, 411–414..

- Fosse, J., & Magras, C. (2004). *Dangers biologiques et consommation des viandes*. Paris : Lavoisier. 220 p.

- Fournaud, J. (1982). Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière. In *Hygiène et technologie de la viande fraîche*. Paris : Éditions du C.N.R.S. 119 p.

-Frayse, J.-L., & Darré, A. (1989). *Production des viandes (Vol. 1)*. Paris : Technique et Documentation – Lavoisier. 374 p.

-G-

- Ghafir, Y., & Daube, G. (2007). *Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale*. Annales de Médecine Vétérinaire, 151p.
- Girard, J.-P. (1990). *Technologie de la viande et des produits carnés*. Paris : Technique et Documentation. 280 pages.
- Glass, K., & Marshall, K. (2013). *Clostridium botulinum*. In J. G. Morris & M. Potter (Eds.), *Foodborne Infections and Intoxications* (4<sup>e</sup> éd., pp. 371–387). Elsevier Inc. 16 p. .
- Goudiaby, M. L. (2005). Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines aux abattoirs (Mémoire de DEA, 145p.
- Guiraud, J.-P., & Rosec, J.-P. (2004). *Pratique des normes en microbiologie alimentaire*. Paris : AFNOR. 300 p.
- Guergueb, S., Kadri, D., & Chibane, M. (2023). *Évaluation de la qualité microbiologique des viandes commercialisées en Algérie*. Mémoire de Magister, Université de Blida. 65 p.

-H-

- Hald, T. (2013). *Pathogen Updates: Salmonella*. In J. G. Morris & M. Potter (Eds.), *Foodborne Infections and Intoxications 4e éd.*, Elsevier Inc. Hald, T. 266p.
- Hamad, B. (2009). *Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne et fongique des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'El-Oued*. Mémoire de Magister en médecine vétérinaire, Université de Constantine, 296 p.
- Hammoudi, M., & Riad, A. (2013). *Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne des carcasses camelines au niveau de l'abattoir de Ouargla* Mmoire de master, Université de Ouargla. 143p.
- Heredia, N., García, S., Rojas, G., & Salazar, L. (2001). Microbiological condition of ground meat retailed in Monterrey, Mexico. *Journal of Food Protection*, 64(8), 1249-1251.

-J-

- James SJ, James C. (2000). *Microbiology of refrigerated meat (3-19)*.In *Meat Refrigeration*. Wood head publishing limited and CRC press LLC: Cambridge England; 347p.
- Jouve J. L. (1990).Microbiologie alimentaire et filière des viandes. *Viandes et Produits Carnés*. 11(6), 213p.

## -K-

1. **Kramer, J. M., Frost, J. A., Bolton, F. J., & Wareing, D. R. (2000).** *Campylobacter* contamination of raw meat and poultry at retail sale: identification of multiple types and comparison with isolates from human infection. *Journal of Food Protection*, 1654 à 1659.
2. **Korsak, N., Clinquart, A., & Daube, G. (2004).** *Salmonella* spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 148(4), 174–193.
3. **Kherbouche, H. (2018).** *Caractérisation des staphylocoques coagulase négative isolés des produits carnés : profils de résistance et aspects pathogènes.* Thèse de doctorat, Université Frères Mentouri Constantine 1. 175p.

## -L-

- Labadie, J.-C., Dousset, X., & Hebraud, M. (1996).** *Les Pseudomonas et autres bactéries Gram- d'altération.* In C. M. Bourgeois, J. F. Mesclé, & J. Zucca (Eds.), *Microbiologie alimentaire.* Tome 1 : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments . Technique et Documentation. 365p.
- Lamoise, P., Roussel-Ciquard, N., & Rosset, R. (1984).** *Évolution des qualités organoleptiques.* Les viandes, Informations Techniques des Services Vétérinaires. 438p.
- Larpent, J. P. (2000).** Microbiologie et aliments : microbiologie négative. *Industries alimentaires et agricoles*, mai, 21-34.
- Lebres, E. (2002).** *Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments : Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer.* Institut Pasteur d'Algérie. 418p.
- **Luc Loubamba (2012).** *Contribution à l'étude du ressuage des carcasses bovines aux abattoirs de Dakar : aspects technologiques et hygiéniques.* Thèse de Docteur Vétérinaire, École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires (E.I.S.M.V.), Dakar, 561 p.
- **Laib, F. (2021).** *Évaluation de la présence de Salmonella spp. dans la viande rouge et blanche dans la wilaya de Sétif.* Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, 173 p.

## -M-

- Marchandin, H. (2007).** *Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie.* Faculté de Médecine Montpellier - Nîmes, 178p.
- Mariam, K (2006).** *Évolution de la flore bactérienne des viandes de bœuf hachée au cours d'un stockage réfrigéré.* Mémoire de DEA en production animale. Université de Dakar. 257p.

## Références Bibliographiques

---

-**McLauchlin, J., & Rees, C. (2009).** *Genus I. Listeria.* In G. M. Garrity (Ed.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2nd ed., Vol. 3, pp. 244–257).* Springer, New York. 14 pages.

-**Mishra, B. P., Mishra, J., Pradhan, P. K., & Ray, P. K. (2017).** Dehydrated Meat Products: A Review. *International Journal of Livestock Research*, 1–11.

-**Morisetti, M. (1971).** *Public health aspect of food processing.* In *Hygiène et technologie de la viande fraîche.* Éditions du CNRS. 184 p..

- **Mouloudi, F. (2013).** *La qualité hygiénique et microbiologique de la restauration collective : cas de restaurants universitaires d'Oran.* Mémoire de magistère, Université d'Oran 2, 173 p.

-**Mouffok, F. (2001).** *Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer.* Institut Pasteur d'Alger, 134p.

### -N-

-**Ndiaye, M. (2002).** *Contribution à l'étude de la contamination microbiologique de la viande des volailles.* Mémoire de Master, Département de Biologie, Université de Dakar, 213 p.

### -O-

- **Ouali, A. (1991).** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA Productions Animales*, 4(4), 273–284. 12 p.

### -P-

-**Pereira, P. M. & Vicente, A. F. (2013).** Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586–592.

### -R-

-**Ray, B. (2001).** *Indicators of bacterial pathogens.* In B. Ray (Ed.), *Fundamental Food Microbiology.* CRC Press, Boca Raton; 355 p.

-**Rejsek, F. (2002).** *Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques.* Bordeaux : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine (CRDP), 360 p.

-**Renner, R. (1997).** La couleur acteur de qualité : *Mesure de la couleur de la viande.* Renc. Rech. Ruminants, pp. 10-89.

-**Roberts, T. A. (1980).** The effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcass. *Royal Society of Health Journal*, 100(1), 3-9.

-**Rosset, R. (1988).** *Autres viandes et produits camés.* In *Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire.* Édition Tec & Doc, APRIA. 426p.

## Références Bibliographiques

---

-Rosset, M. R., & Linger, P. (1978). *La couleur de la viande. Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires*, 22e édition, APRIA, Paris, 106 p.

### -S-

.-Salifou, C., Youssao, A. K. I., Salifou, S., Kpodekon, T. M., Tougan, P. U., Ahounou, G. S., Boco, C., Farougou, S., Mensah, G. A., & Clinquart, A. (2012). Évaluation du procédé d'abattage des bovins aux abattoirs de Cotonou-Porto-Novo au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 6049-6061

-Sandel, M. K., & McKillip, J. L. (2004). Virulence and recovery of *Staphylococcus aureus* relevant to the food industry using improvements on traditional approaches. *Food Control* . 61-79.

- Selaimia, N., & Boukerché, M. (2023). *Évaluation de la qualité microbiologique de l'eau potable (eau de robinet) et de l'eau de quatre sources naturelles dans la région de Guelma. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie*. Université de Guelma. 94p.

- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). Foodborne illness acquired in the United States - major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 17(1), 7-15.

-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. (1999). Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven United States slaughtering plants. *Journal of Food Protection*, 62(2), 140-145.

- Soltner, D. (1979). *La production de la viande bovine (8e éd.)*. Collection Sciences et Techniques Agricoles, Angers, France. 319 p.

-Staron, T. (1982). *Viande et alimentation humaine*. Édition Apria, Paris. 140 p.

-Swaminathan, B., & Gerner-Smidt, P. (2007). The epidemiology of human listeriosis. *Microbes and Infection*, 9(10), 1236-1243.

### -T-

-Touraille, C. (1994). *Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes*. *Rencontres Recherches Ruminants* 169-176.

-Tanganyika, J., Mfitilodze, W. M., Mtimuni, J. P., & Phoya, R. R. K. D. (2017). Microbial quality of goat carcasses in Lilongwe, Malawi. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. page 1-7.

### -U-

## Références Bibliographiques

---

**-Udhakar G. Bhandare\*, A. M. Paturkar, V. S. Waskar and R.J. Zende. (2009).** Bacteriological screening of environmental sources of contamination in an abattoir and the meat shops in Mumbai, India. *As. J. Food Ag-Ind* 23(4): 145-166.

### -W-

**-Wood, J. D. (2017).** *Meat composition and nutritional value.* In F. Toldrá (Éd.), *Lawrie's Meat Science* (8<sup>e</sup> éd., 659p.

### -Z-

**- Zuliani, V. & Pascal, E. T. (2004).** *Les germes pathogènes dans l'industrie agroalimentaire.* *Bulletin de Liaison du CTSCCV.* 23-29.

**-Zerrouki, H., Yala, D. & Bendahou, M. (2020).** *Occurrence and antibiotic resistance of Aeromonas hydrophila in poultry meat in Algeria.* *Microbial Pathogenesis,* 149(2) : 104-163.

**Web graphie**

- [1]. <https://www.laboratuvar.com/fr/gida-analizleri/mikrobiyolojik-analizler/pseudomonas-aeruginosa-tayini> consulté le 30 mars 2025
- [2]. <https://images.app.goo.gl/muVve> consulté le 01 mai 2025
- [3]. <https://images.app.goo.gl/argxv> consulté le 15 mars 2025
- [4]. <https://images.app.goo.gl/LTtQv> consulté le 02 février 2025
- [5]. [https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fa%2Fa6%2FStaphylococcus\\_aureus\\_bacteria\\_escape.jpg&tbnid=1A8iRODtXIgLLM&vet=1&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FStaphylococcus\\_aureus&docid=caPr3v7RYcAEbM&w=745&h=776&source=sh%2Fx%2Fim%2Fm1%2F0&kgs=b65c08a52769246b](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fa%2Fa6%2FStaphylococcus_aureus_bacteria_escape.jpg&tbnid=1A8iRODtXIgLLM&vet=1&imgrefurl=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FStaphylococcus_aureus&docid=caPr3v7RYcAEbM&w=745&h=776&source=sh%2Fx%2Fim%2Fm1%2F0&kgs=b65c08a52769246b) consulté le 14 avril 2025
- [6]. <https://images.app.goo.gl/LTtQv> consulté le 21 mars 2025
- [7]. <https://images.app.goo.gl/ZUJ3g> consulté le 17 février 2025
- [8]. <https://images.app.goo.gl/bKvgD> consulté le 14 mai 2025
- [9]. <https://images.app.goo.gl/bKvgD> consulté le 19 mai 2025
- [10]. <https://images.app.goo.gl/eto6UquhWctxAVYx5> consulté le 28 février 2025
- [11]. <https://souslemicroscope.com/coloration-de-gram/> consulté le 27 mars 2025
- [12]. <https://microbiologie-clinique.com/Coloration-bleu-methylene.html> consulté le 09 mai 2025
- [13]. <https://images.app.goo.gl/zm8q6p5zVG1CzGEy8> consulté le 23 février 2025
- [14]. <https://images.app.goo.gl/25CptziCffuCaxn57> consulté le 24 mai 2025
- [15]. <https://images.app.goo.gl/uQ1vp> consulté le 23 mai 2025