*République Algérienne démocratique et populaire*
*Ministère de l'Enseignement Supérieur*
*et de la Recherche Scientifique*
*École Nationale Supérieure Vétérinaire*

ENSV
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE
ALGER

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة

# ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du
**Master complémentaire en sciences vétérinaires**

# CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES DE POULET DE CHAIR A L'ETAT REFRIGERE AVANT RESSUAGE ET APRES RESSUAGE.

**Présenté par : BELMEKKI Dalel**

**Soutenu le : 16/12/2017**

**Devant le jury composé de:**

| | |
|---|---|
| - Président : M. GOUCEM R. | Maitre-assistant – Classe A (ENSV) |
| - Promoteur : M. HAMDI T.M. | Professeur (ENSV) |
| - Examinatrices : M[lle] BOUHAMED R. | Maitre-assistant – Classe A |
| M[lle] BOUAYAD L. | Maitre de conférences – Classe A |

Année universitaire : 2017/2018

# REMERCIEMENT

Je tiens à remercier profondément et chaleureusement mon promoteur **M^r^ HAMDI Taha Mossadak** professeur à **l'ENSV**, qui a bien voulu diriger et suivre ce modeste travail.

Je tiens à remercier également **Mlle BOUHAMED RADIA** maitre-assistant classe A à **l'ENSV,** qui a sue m'orienter et qui a toujours montré sa présence et sa disponibilité pour la bonne réalisation de ce présent mémoire et qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Je remercie **M^r^ GOUCEM RACHID** maitre-assistant classe A à **l'ENSV** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury.

Je remercie **Mme BOUAYAD LILA** maitre de conférences classe A à **l'ENSV** pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Au terme de ce travail qui a été réalisé au niveau du laboratoire d'El-Harrach, j'adresse mes remerciements au directeur du laboratoire **M^r^ LATROUCHE** de m'avoir accueillie et je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour l'attention et les conseils qu'il m'a prodigué. J'adresse mes remerciements aux membres du laboratoire et spécialement à **M^r^ MEGLOULI NABIL**, à **GUERROUF FATIMA ZOHRA** et à **IMENE** pour leur disponibilité et leur soutenance pour mon travail.

Je remercie **KHOUALDIA MOHAMED TAYEB** pour son soutien et ses encouragements qui m'ont donné la force de persévérer.

Je remercie également les membres de la GARDE REPUBLICAINE pour leur aide et leurs précieux conseils.

**DEDICACE**

Je dédie ce modeste travail

A toute personne œuvrant pour une Algèrie meilleure,

A tous ceux qui font des animaux une passion,

A toute personne m'ayant aidé à réaliser ce travail,

A mes chers parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mes adorables sœurs IKRAM et IMENE

A mon meilleur ami KHOUALDIA MOHAMED TAYEB

A mes amies AMINA et IKRAM

## LISTE DES ABREVIATIONS

**°C :** le degré Celsius

**$7^{eme}$ :** septième

**$1^{e}$ :** premier

**ATP :** adénosine triphosphate

**Aw :** activity of water (l'activité de l'eau)

**Ca :** calcium

**CFC :** Céphalosparine / Fucidine / Cetrimide

**cm :** centimètre

**$cm^2$ :** centimètre carré

**CP :** créatine phosphate

**EHEC :** Enterohemorrhagic Escherichia coli

**EIEC** : Enteroinvasive Escherichia coli

**EPEC :** Enteropathogenic Escherichia coli

**EPT :** eau peptonée tamponnée

**ETEC :** Enterotoxigenic Escherichia coli

**FAMT :** flore aérobie mésophile totale

**FAO :** Food and Agriculture Organization of the United Nations

**g :** gramme

**h :** heure

**Ind :** indénombrable

**ISO :** Organisation internationale de normalisation

**J :** jour

**JORADP :** Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire

**JORF :** Journal officiel de la république française

**JOUE :** Journal officiel de l'union européenne

**log :** logarithme

**ml :** millilitre

**mn :** minute

**nm :** nanomètre

**$O_2$ :** oxygène

**p:** probabilité

**PCA :** Plate Count Agar

**pH :** potentiel hydrogène

**Ph. Eur. :** European Pharmacopoeia

**QAIC :** QA International Collectif

**sp. :** espèce

**TIA :** toxi-infection alimentaire

**TIAC :** toxi-infections alimentaires collectives

**UFC :** unités formant colonies

**UV :** ultraviolets

## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau n°1 :** Les températures et temps de trempage en fonction des espèces……..…...4

**Tableau n°2:** les différents états de la viande……10

**Tableau n°3 :** la flore microbienne du poulet……17

**Tableau n°4 :** Les charges bactériennes du le poulet de chair entrant les usines de transformation……18

**Tableau n°5 :** Différentes sources de contaminations des viandes et les solutions envisageables pour éviter ce type de contamination…….….20

**Tableau n°6:** Maladies bactériennes liées à la consommation d'aliments……....32

**Tableau n°7 :** Classification des micro-organismes selon leur température optimale de croissance……...42

**Tableau n°8 :** Résultats globaux de l'analyse bactériologique (FAMT et les Pseudomonas spp.) et physico-chimique (pH) avant et après ressuage à J1 et à J7……...59

## LISTE DES FIGURES

**Figure n°1 :** pH approximatifs pour certains micro-organismes d'origine alimentaire……27

**Figure n°2 (photo personnelle) :** les prélèvements de cous de poulets de chair munis de leur peau dans des sachets Stomacher…….…….…..47

**Figure n°3 (photo personnelle) :** échantillonnage effectué de façon aseptique en coupant le cou du poulet de chair……...…….…49

**Figure n°4 (photo personnelle) :** colonies de FAMT poussées dans la gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J1)…….……53

**Figure n°5 (photo personnelle) :** Dénombrement des colonies à l'aide d'un compteur de colonies (Stuart™ Scientific colony counter)…….……..……54

**Figure n°6 (photo personnelle) :** Test de confirmation pour *Pseudomonas sp.* positif en utilisant un papier filtre imprégné du réactif pour la recherche d'oxydase…….....55

**Figure n°7 (photo personnelle) :** colonies de FAMT poussées dans la gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J7)……..…...…56

**Figure n°8 :** Variation du nombre d'UFC de la FAMT (valeurs minimale et maximale) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C……...…...…60

**Figure n°9 :** Variation du nombre d'UFC des *Pseudomonas spp.* (valeurs minimale et maximale) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C……...……..…61

**Figure n°10 :** Variation du pH (pH minimum et pH maximum) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C……...……61

**Figure n°11 :** Prévalence des flores dénombrées des 30 échantillons au 1e jour d'abattage et au 7e jour de réfrigération à +4°C…….....…62

**Figure n°12 (photo personnelle) :** Test de fluorescence positif sur des colonies de *Pseudomonas sp.* exposées à une lumière UV sur les 02 boites de Pétri…….…….....63

**Figure n°13 (photo personnelle) :** Test de fluorescence négatif sur les colonies dans la boite se trouvant à gauche et positif sur la colonie de *Pseudomonas sp.* dans la boite se trouvant à droite……...…...63

**Figure n°14 (photo personnelle) :** Flore fongique poussée sur gélose CFC avec des colonies de *Pseudomonas sp*…….64

**TABLE DES MATIÈRES**

LISTE DES ABBREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

**INTRODUCTION……..……..……..1**

**PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

- **GENERALITES**

**CHAPITRE I : LA TRANSFORMATION DE LA VOLAILLE ……..……...…3**

I.1. processus d'abattage…….....3

I.1.1. Réception des animaux…….……...3

I.1.2. Inspection ante-mortem…….…….....3

I.1.3. L'accrochage…….…….....…...4

I.1.4. La saignée…….……..4

I.1.5. L'échaudage…….……..4

I.1.6. La plumaison…….…….....….5

I.1.7. L'éviscération……..…..5

I.1.8. Lavage…….…….....…5

I.2. Traitement par le froid…….……...…5

I.3. Conditionnement et stockage…….....6

**CHAPITRE II : TRANSFORMATION DU MUSCLE EN VIANDE, SA CONSERVATION ET SON L'ALTERATION A L'ETAT REFRIGERE ……..…..…..7**

II.1. Transformation du muscle en viande……...7

II.1.1. Tissu musculaire…….……7

II.1.2. Contraction musculaire……..……8

II.1.3. Métabolisme du tissu musculaire squelettique…….……..8

II.1.4. Evolution de la viande……9

II.1.5. Métabolisme post-mortem……..…….10

II.1.6. Acidification et la couleur du muscle post-mortem…….……11

II.1.7. Composante de la couleur de la viande……11

II.2. Conservation de la viande……...……12

II.2.1. Influence des conditions de réfrigérations des carcasses……..…12

II.2.1.1. Réfrigération rapide des carcasses……..…13

II.2.1.2. Réfrigération lente des carcasses…….…….….13

II.2.2. Influence de la congélation……..……14

II.2.2.1. Congélation ante-rigor……...14

II.2.2.2. Congélation post-rigor……..…..…14

❖ **LA CONTAMINATION MICROBIENNE**

**CHAPITRE III : ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES.....16**

III.1. Origine endogène……..……..……..……...16

III.1.1. Tube digestif……....…….....16

III.1.2. Les plumes et les muqueuses…….....18

III.1.3. Les voies respiratoires…….…….....18

III.2. Origine exogène……..….....19

III.2.1. Personnel……....19

III.2.2. Matériel et milieu…….....19

**CHAPITRE IV : FACTEURS DE MULTIPLICATION DES MICROORGANISMES……..23**

IV.1. Les nutriments…….…….....23

IV.2. La température…….……....…..24

IV.2.1. Psychrophiles et psychrotrophes……..…….....24

IV.2.2. Mésophiles…….....24

IV.2.3. Thermophiles…….....24

IV.3. L'activité de l'eau ($a_w$)…….....25

IV.4. Le pH…….....26

IV.5. La tension d'oxygène…….....28

**CHAPITRE V : CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION MICROBIENNE…….....30**

V.1. Les toxi-infections alimentaires……..……..30

V.1.1. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)……36

V.1.1.1. Salmonellose……..…..37

V.1.1.2. Entérotoxicose staphylococcique……..37

V.1.1.3. Infections à *Clostridium perfringens*……38

V.1.1.4. Gastro-entérite par *Bacillus cereus*……39

V.2. Conséquences économiques…….…….....40

V.2.1. Agents d'altération des aliments……..41

**CHAPITRE VI : CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES BACTERIES PSYCHROTROPHES……...…….……42**

VI.1. Classification des bactéries…….…...42

VI.2. Caractéristiques physiologiques des bactéries psychrotrophes……...…....44

VI.2.1. La courbe de croissance……..…….....44

VI.2.2. Sensibilité à la chaleur…….....…44

VI.2.3. Autres facteurs d'influence……....….....44

**DEUXIELE PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE**

**CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES……46**

I.1. Matériel……46

I.1.1. Matériel biologique……...46

I.1.1.1. Présentation de l'abattoir……...…46

I.1.1.2. Prélèvements…….……....…..47

I.1.2. Matériel de laboratoire…….……48

I.2. Méthodes……..48

I.2.1. Méthode de prélèvements……..48

I.2.2. Méthode d'analyse bactériologique et physico-chimique…….49

I.2.2.1. Préparation des milieux de culture……50

I.2.2.2. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales……50

I.2.2.3. Méthode d'analyse bactériologique……....51

I.2.2.4. Méthode d'analyse physico-chimique……...57

I.2.3. Méthode d'analyse statistique……..57

**CHAPITRE II : RESULTATS……...…58**

II.1. Résultats globaux……..……..58

II.1.1. Niveau de contamination à J1……..…58

II.1.1.1. Avant ressuage……..58

II.1.1.2. Après ressuage……..….58

II.1.2. Niveau de contamination à J7……..…...…58

II.1.2.1. Avant ressuage……...……...58

II.1.2.2. Après ressuage……...…59

II.2. Prévalence de la FAMT et des *Pseudomonas sp*…….……62

II.2.1. Au premier jour (jour de l'abattage)…….……...…62

II.2.2. Au septième jour après réfrigération à +4°C……...…62

II.3. Test de fluorescence…….……...…63

II.4. La flore fongique…….64

**CHAPITRE III : DISCUSSION……....…65**

III.1. Choix de l'étude……...…..…65

III.2. Analyse bactériologique et physico-chimique…….……..……..….65

III.2.1. FAMT……..…65

III.2.1.1. A J1……..……..…...…....66

III.2.1.2. A J7…….…....…...66

III.2.2. *Pseudomonas sp*……...……...66

III.2.2.1. A J1……..……..…67

III.2.2.2. A J7…….……....…67

III.2.3. La flore fongique…….67

III.2.4. pH……...…69

**CONCLUSION…….....…70**

**RECOMMANDATIONS……...……...…71**

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ANNEXES**

# INTRODUCTION

# INTRODUCTION

La microbiologie est une science en plein développement ayant des applications dans des domaines très variés et en particulier dans l'alimentation et les industries alimentaires.

L'aspect microbiologique des transformations alimentaires et l'incidence des accidents d'origine microbiologique doivent être pris en compte pour assurer la maitrise des fabrications ainsi que la santé du consommateur **(GUIRAUD, 2012).**

En Algérie, la filière avicole a connu un essor considérable soutenue par une politique incitative de l'état. Ceci est une réponse à la demande croissante des besoins de la population en protéines animales notamment les viandes blanches **(KACI, 2001).**

Grace à une hausse de la productivité ces viandes sont fournies à des prix abordables pour le consommateur. Mais cette expansion de la production a eu lieu sans aucune maitrise systématique de l'hygiène tout au long de la filière. En effet, la problématique de la filière avicole sur le plan sanitaire reste toujours tributaire des conditions d'élevage et plus particulièrement de l'hygiène **(JORADP, 1998).**

L'abattage des animaux dans les abattoirs, constitue une garantie des viandes, car ces denrées y subissent une inspection sanitaire permanente permettant de dépister des maladies animales pouvant être transmises à l'homme. Toutefois, la contamination superficielle des viandes a essentiellement lieu à l'abattoir **(GOUDIABY, 2005).**

La viande peut être le siège d'une contamination et d'une prolifération microbienne car elle constitue un excellent milieu de croissance pour un grand nombre d'espèces bactériennes **(DENNAI et al., 2001).**

Plusieurs études ont montré que l'altération des viandes en particulier la putréfaction réduit la qualité nutritionnelle des protéines d'origine animales et d'autre part elle provoque des intoxications alimentaires transmises à l'homme vu que la viande et ses dérivés sont responsables de 70% des cas de toxi-infections alimentaires **(HOBBS et GILBERT, 1978).**

L'étude de maladies microbiennes d'origine alimentaire constitue actuellement un secteur très important de la microbiologie alimentaire. Si de nombreuses inconnues subsistent encore à ce niveau, c'est essentiellement en raison de la gravité modérée de la plupart de ces maladies, souvent qualifiées de « crise de foie ». Cependant, l'évolution du mode de vie conduit inexorablement à une alimentation collective ou à l'utilisation d'aliments préparés industriellement et ce, au détriment de

l'alimentation familiale. La qualité marchande de nos aliments implique donc une nécessaire qualité hygiénique sinon les risques encourus deviendront très grands **(DUPIN et al., 1992).**

L'intérêt de la bactériologie alimentaire converge sur l'altération et la transmission des maladies. Parce que les organismes pathogènes affectent le consommateur plutôt que l'aliment **(JAWETZ et al., 1973).**

L'objectif de notre travail est triple :

- Apprécier par l'étude quantitative et qualitative de la flore de contamination superficielle d'origine bactérienne, la qualité microbiologique des carcasses de poulet de chair issues de l'abattoir ce qui nous renseignera sur les conditions d'abattage.
- Et d'étudier l'évolution d'une partie de cette flore de contamination lors de la conservation des carcasses à température de réfrigération.
- Mesurer le pH de la viande à l'état frais et après conservation au réfrigérateur à +4°C à J7 (avant et après ressuage).

Pour ce faire, le travail a été divisé en deux parties :

- La première est bibliographique, elle est consacrée à des rappels concernant les différentes opérations d'abattage, la réfrigération des carcasses de volaille et à la contamination microbienne.
- La deuxième partie est expérimentale, elle étudie la mise en évidence des germes indicateurs de bonnes pratiques de fabrication des carcasses de poulet de chair réfrigérées et leur évolution lors de la conservation à l'état réfrigéré.

# PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

# GENERALITES

# CHAPITRE I : TRANSFORMATION DE LA VOLAILLE

Tout au long de la transformation de la volaille, les exigences sanitaires doivent être respectées. Les sols doivent être lavés régulièrement et souvent ; il est impératif de les débarrasser des déchets, des débris et des graisses. Il en va de même pour les convoyeurs et le matériel de transformation, facilement accessibles, qui doivent en plus être désinfectés **(STELLMAN, 2000).**

L'abattage constitue la première étape de la chaine de transformation de tous les produits carnés.

L'abattage comprend plusieurs étapes, toutes indispensables et qui doivent être réalisées dans l'ordre suivant :

- La saignée ;
- La plumaison ;
- L'éviscération ;
- Le refroidissement

Toutes ces étapes sont réalisées dans le local d'abattage. L'organisation du local et du travail doit permettre de respecter le principe de la marche en avant. Cette organisation doit notamment permettre une bonne séparation des secteurs « propres » et des secteurs « sales » **(COUVEZ, 2005).**

## I.1. Processus d'abattage :

L'opération d'abattage doit se dérouler dans un abattoir conçu de telle façon à respecter certaines normes hygiéniques. En Algérie en dehors de certains abattoirs répondant aux normes (notamment ceux des groupements avicoles), la plupart des abattages se déroulent dans des tueries **(AMIROUCHE et al., 2013).**

### I.1.1. Réception des animaux :

Les abattoirs doivent disposer d'un local ou d'un emplacement couvert pour la réception des animaux et pour leur inspection avant l'abattage **(JOUE, 2003).**

### I.1.2. Inspection ante-mortem :

L'objectif de l'inspection ante-mortem est d'exclure de la chaine alimentaire, avant l'abattage, tous les animaux présentant manifestement un risque pour la santé humaine **(SYGROVES, 2003).**

### I.1.3. L'accrochage :

Cette opération existe seulement dans les abattoirs disposant d'une chaine d'abattage qui consiste à accrocher les oiseaux à des suspenseurs **(KHEIRI et SADEDDINE, 2009).**

### I.1.4. La saignée :

Se pratique par une incision profonde et rapide avec un couteau effilé sur la gorge, de façon à couper les veines jugulaires et les artères carotides bilatéralement et rapidement, mais en laissant la moelle épinière, afin que les convulsions améliorent encore le drainage. Le but de cette technique est de drainer plus efficacement le sang du corps de l'animal, afin que la viande soit plus hygiénique **(BELHADJ, 2015).**

### I.1.5. L'échaudage :

Consiste à tremper les volailles saignées dans un bain d'eau chaude pendant quelques minutes. La peau est alors dilatée et les plumes s'arrachent plus facilement. La température choisie doit permettre le relâchement des muscles au niveau des follicules des plumes. Elle varie entre 50 et 75°C. La durée de l'échaudage varie habituellement de 1 à 2.5 minutes.

Une température du bain de trempage trop élevée ou un temps de trempage trop long dilatent trop la peau et peuvent la rendre fragile, ce qui entraine souvent des arrachages de peau au moment de la plumaison.

Au contraire, une température de l'eau trop basse ou un temps de trempage trop court sont insuffisants ; la plumaison est alors difficile et les volailles sont finalement mal plumées **(COUVEZ, 2005).**

**Tableau n°1 : Les températures et temps de trempage en fonction des espèces (COUVEZ, 2005).**

| Espèce | Température du bain | Temps de trempage |
|---|---|---|
| Poulet | 52°C | 1 min |
| Canard | 72°C | 1 min |
| Oie | 65°C | 2 min |

### I.1.6. La plumaison :

Après l'échaudage, les carcasses sont soumises à une machine à déplumer. Le plumage consiste à faire tourner les doigts en caoutchouc de la machine qui battent la surface du corps afin d'extraire les plumes des follicules **(COUVEZ, 2005).**

### I.1.7. L'éviscération :

Elle peut être totale ou partielle (effilage) :

- Le poulet effilé est plumé et débarrassé de son intestin, mais il conserve ses autres viscères (jabot, foie, gésier, cœur, poumons) et ses abattis (cou, tête, pattes).
- Le poulet éviscéré est plumé et débarrassé de la totalité de ses viscères. Son cou est coupé au ras de la carcasse. Les pattes sont coupées à l'articulation du jarret **(ANONYME 1).**

Les risques de souillures sont importants durant l'éviscération :

- Eclatement des intestins et souillure de la viande par les matières fécales ;
- Eclatement de la vessie ou de la vésicule biliaire ;
- Souillure des lames ou des mains par les matières fécales de l'animal **(COUVEZ, 2005).**

### I.1.8. Lavage :

Le lavage interne / externe final permet d'éliminer des souillures résiduelles. Une attention particulière doit être portée sur l'orientation et l'état des buses (propreté / non bouchées obstruées). Le lavage peut secondairement être une source d'apport de bactéries d'origine intestinale lorsque les buses de lavage sont souillées par un biofilm **(JORF, 2010).**

## I.2. Traitement par le froid

Les carcasses avant d'arriver à ce poste, sont soumises à une inspection post-mortem **(HAMITOUCHE, 2011).**

Le traitement par le froid se fait par plusieurs techniques :

- Air (risque d'une contamination aéroportée)
- Immersion (risque d'une contamination croisée par l'eau froide contenue dans le bac).
- Aspersion (lavage des carcasses donc possibilité d'inter-contamination par l'eau) **(AMIROUCHE et al., 2013).**

A l'issue de l'abattage, les volailles sont appelées carcasses et peuvent être vendus sous cette forme ou subir la deuxième étape de transformation : la découpe. Cette découpe doit être réalisée dans un local spécifique, adapté et réfrigéré **(COUVEZ, 2005).**

### I.3. Conditionnement et stockage :

La volaille fraichement abattue et soigneusement vidée doit être ensuite placée immédiatement au frais. Il ne faut en aucun cas emballer de la viande non refroidie. Emballé sous sachet en polyéthylène ou emballée sous film recouvrant une barquette, le poulet peut généralement bien se conserver au frais pendant : 1 à 1.5 semaines en milieu 0 à +4°C **(HUART et BISIMWA, 2003).**

L'hygiène est un élément présent à tous les niveaux du procédé de fabrication des produits. Le respect des règles d'hygiène est essentiel pour obtenir un produit de qualité – tant d'un point de vue sanitaire qu'organoleptique – et donc la satisfaction du client **(COUVEZ et al. 2010).**

# CHAPITRE II : TRANSFORMATION DU MUSCLE EN VIANDE, SA CONSERVATION ET SON L'ALTERATION A L'ETAT REFRIGERE

Les qualités organoleptiques de la viande (couleur, tendreté, jutosité et flaveur) sont fonction de facteurs qui sont déterminés ante et post-mortem **(AKLI, 2014).**

La plupart de nos aliments sont vecteurs de nombreux micro-organismes, et très souvent ils permettent leur croissance. La prolifération de micro-organismes peut causer l'altération défavorable des qualités organoleptiques, mais peut poser de graves problèmes au niveau de la santé des consommateurs **(DUPIN et al., 1992).**

## II.1. Transformation du muscle en viande :

La transformation du muscle en viande repose très largement sur des mécanismes biochimiques qui, après la mort des animaux, modifient plus ou moins profondément la composition et la structure du muscle. Les réactions mises en jeu, essentiellement des réactions hydrolytiques, dissipent dans un premier temps les réserves énergétiques du muscle (ATP, PC, glycogène) au cours de l'installation de la rigor mortis, puis affectent l'organisation des protéines musculaires de structure au cours de la phase dite de maturation. La cinétique et l'intensité de ces réactions définissent en dernier ressort les qualités technologiques, organoleptiques, hygiéniques et nutritionnelles des viandes **(VALIN, 1988).**

### II.1.1. Tissu musculaire :

Les 03 types de tissus musculaires sont le tissu musculaire squelettique, le tissu musculaire cardiaque et le tissu musculaire lisse

Le muscle squelettique est composé de myocytes recouverts d'un sarcolemme muni d'invaginations qui s'enfoncent profondément dans la cellule, les tubules transverses. Chaque myocyte contient des myofibrilles, qui renferment des myofilaments fins et des myofilaments épais ; les myofilaments fins sont composés d'actine, de tropomyosine et de troponine tandis que les myofilaments épais contiennent de la myosine **(TORTORA et al., 2009).**

### II.1.2. Contraction musculaire :

La régulation de la contraction musculaire est réalisée par les molécules associées à la molécule d'actine : la tropomyosine, au repos masque le site de la liaison actine - myosine ; la libération de ce site est sous l'influence des ions Ca++ initialement contenus dans les citernes du réticulum sarcoplasmique. L'influx nerveux, provoque une dépolarisation de la membrane plasmique qui s'étend le long des membranes du système T puis est transférée au réticulum par l'intermédiaire des triades. La dépolarisation du réticulum provoque la libération du Ca++ qui active la contraction musculaire **(BOMMAS-EBERT et al., 2008).**

### II.1.3. Métabolisme du tissu musculaire squelettique :

La contraction est stimulée par les ions calcium libérés par le système membranaire du réticulum sarcoplasmique dans les fibres musculaires et nécessite l'utilisation de l'adénosine triphosphate (ATP) comme source d'énergie. L'ATP est également nécessaire pour maintenir le fonctionnement des systèmes membranaires.

Chez l'animal vivant, l'ATP est produite à partir d'acides gras ou de glucose fournis par le sang, ou à partir de glycogène stocké dans le muscle. Le glucose sanguin et le glycogène musculaire sont métabolisés de manière très similaire. Ils sont d'abord décomposés en acide pyruvique (procédé connu sous le nom de glycolyse), cette glycolyse va produire une petite quantité d'ATP, puis l'acide pyruvique est complètement oxydé en dioxyde de carbone et en eau (par décarboxylation oxydative et par phosphorylation), ce dernier processus va produire une quantité d'ATP beaucoup plus importante (un rendement net d'environ 34 molécules d'ATP pour chaque molécule de glucose décomposée). L'oxygène utilisé dans l'oxydation provient des poumons via le sang. S'il n'est pas utilisé immédiatement, l'ATP est stockée dans le muscle sous forme de créatine phosphate (CP). Les muscles ne contiennent que des quantités relativement faibles d'ATP par contre ils contiennent des quantités beaucoup plus importantes de la CP. Cependant, l'ATP disponible est utilisée immédiatement, par exemple en fournissant l'énergie pour la contraction musculaire pendant un exercice physique, elle est remplacée par la décomposition de la CP. La réaction est réversible de sorte que, dans la période de récupération après l'exercice physique, l'ATP peut être synthétisée et utilisée pour reconstituer les réserves de la CP **(BUNCIC, 2006).**

### II.1.4. Evolution de la viande :

Après la mort de l'animal et l'arrêt de la circulation sanguine, le muscle est le siège de nombreuses transformations ce qui modifie :

- Sa structure biologique
- Sa composition chimique
- Ses propriétés physiologiques
- Ses propriétés organoleptiques liées au sens (le goût, l'odeur, le toucher, la vue) **(RHEZRANI, 2013).**

Les différents états qui interviennent successivement :

- Vivant : animal sain
- Pantelant : se manifeste directement après l'abattage. Malgré l'interruption de la circulation sanguine, on observe une succession de contractions et relaxations musculaires. En effet, le muscle continue à vivre et à se transformer progressivement en viande, suite au refroidissement et à l'épuisement des ressources vitales qui sont variables selon la taille de l'animal.
- Rigidité cadavérique (Rigor Mortis) : suite à la perte des ressources énergétiques (glycogène) et au manque d'oxygénation, le muscle se contracte et l'ensemble devient rigide. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe de 7 à 5,5.
- Maturation, rassis : c'est là où la viande est meilleure à consommer, juste avant la putréfaction **(RHEZRANI, 2013).**

**Tableau n°2: les différents états de la viande (RHEZRANI, 2013).**

| | |
|---|---|
| Vivant (pH voisin de 7) | Animal sain |
| Pantelant (pH de 6,5) | Durée de 2 à 6 heures, c'est une phase d'excitation musculaire. La viande est chaude. La masse musculaire est molle, flasque et élastique. |
| Rigidité cadavérique ou Rigor Mortis (pH de 6) | Durée jusqu'à 24 heures, période de durcissement. Le muscle devient ferme, gonflé et inextensible. |
| Maturation (pH de 5,5) | 24 heures après l'abattage. Début de périodes variables d'attendrissement, un phénomène naturel impliquant la dégradation des protéines |
| Putréfaction (pH de 7,2) | Début de la décomposition suite à l'action microbienne. |

### II.1.5. Métabolisme post-mortem :

Lors de la phase d'abattage, la saignée a pour conséquence de rompre, d'une part, l'approvisionnement des cellules musculaires en nutriments et en oxygène nécessaire à leur oxydation ou en messagers chimiques comme les hormones et, d'autre part, l'évacuation des déchets issus du métabolisme.

Cependant dans les minutes, voire les heures post mortem, les mécanismes de conservation de l'homéostasie dans le muscle continuent de fonctionner. Dès la fin de la saignée, les cellules musculaires dépendent uniquement de leurs réserves énergétiques intracellulaires. Dès lors, un processus majeur, anaérobie, va pouvoir continuer de fonctionner pour régénérer l'ATP : la glycogénolyse (d'autres réactions de régénération de l'ATP se produisent : la dégradation de la phosphocréatine étant initiée en premier).

Environ un tiers de l'ATP est resynthétisé à partir de la phosphocréatine, ce qui maintien dans un premier temps le taux d'ATP à sa valeur initiale. Ensuite la phosphocréatine s'épuise et le taux d'ATP commence à diminuer, car le rendement de la glycolyse anaérobie est peu performant : trois ATP par molécule de glucose. Une autre réaction intervint également, celle de la myokinase, qui produit environ 10% de l'ATP resynthétisé.

Au final, l'acide lactique s'accumule dans la cellule musculaire ainsi que les ions $H^+$ générés par l'hydrolyse de l'ATP. Cela se traduit par une diminution du pH et se poursuit jusqu'à une stabilisation à une valeur dite pH ultime, en général comprise entre 5,4 et 6,0 **(BAUCHART et PICARD, 2010).**

### II.1.6. Acidification et la couleur du muscle post-mortem :

La couleur d'une viande dépend de plusieurs composantes. La structure du muscle et en particulier son degré d'acidification (pH) modifie la luminosité du produit (rouge plus ou moins clair).

En effet, après l'abattage, le muscle voit ses caractéristiques évoluer, notamment son acidité évaluée par le pH. Ce dernier passe ainsi d'un niveau proche de 7,0 (pH initial) dans le muscle vivant à environ 5,5-5,7 (pH ultime) dans la viande. Cette acidification, bénéfique à la conservation, prend généralement de 24 à 48 heures post-mortem et s'accompagne de modifications de la structure du muscle et par conséquent de sa couleur.

A pH élevé, supérieur au point isoélectrique des protéines, la structure du muscle est dite «ouverte» : les chaînes protéiques sont chargées électriquement et se repoussent ; elles enserrent en leur sein des molécules d'eau. La lumière est donc absorbée en profondeur dans le muscle et la part de lumière réfléchie est relativement faible. D'où une viande présentant une couleur sombre.

Par contre, lorsque le pH baisse, on se rapproche du point isoélectrique des protéines. Leurs charges diminuent et elles se resserrent par un effet d'attraction réciproque. Ce réseau protéique musculaire présente alors une structure « fermée ». La lumière pénètre peu dans le muscle et le pourcentage de lumière réfléchie est important, d'où une viande plus claire **(BOUKHRIS, 2011).**

### II.1.7. Composante de la couleur de la viande :

La pigmentation des viandes est due à la présence dans les fibres musculaires d'un pigment respiratoire, la myoglobine, qui assure un rôle de transporteur intracellulaire de l'oxygène, qui lui a été apporté par l'hémoglobine. Comme l'hémoglobine, la myoglobine est une chromoprotéine composée d'un groupement prosthétique, l'hème et d'une protéine, la globine

La couleur de la viande dépend de quatre composantes majeures, lesquelles interviennent sur les produits frais ou en cours de conservation. A l'état frais, les différences de couleur de la viande s'expliquent principalement par :

- La quantité de myoglobine dans le muscle qui détermine la saturation de la couleur ;
- Par le pH qui modifie la luminosité du produit : lorsque le pH est élevé, la viande apparait foncée et inversement, lorsque le pH est bas, la viande apparait claire.

Au cours de la conservation, deux autres composantes interviennent qui peuvent modifier la teinte du produit :

- La structure chimique de la myoglobine qui peut exister sous trois formes qui présentent des spectres d'absorption particuliers et par là même des teintes différentes : la myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (couleur brune) ;
- La dernière composante concerne le développement des bactéries en surface de la viande et ses interactions possibles avec la forme chimique du pigment **(JACQUOT et al., 2011).**

### II.2. Conservation de la viande :

#### II.2.1. Influence des conditions de réfrigération des carcasses :

Pour des raisons évidentes d'hygiène (limitation de la croissance des bactéries), on se doit d'abaisser la température des carcasses aussi rapidement que possible après la mort. C'est ainsi que la réglementation mise en place vers les années 1970 a conduit au développement d'installations de première réfrigération utilisant de très basses températures d'air ( < 0° C) et des ventilations très puissantes (2 à 3 mètres par seconde) en vue d'abaisser rapidement la température de surface. Ce type de réfrigération a été d'autant plus apprécié qu'il permet en outre une réduction des pertes de poids des carcasses par évaporation et une rotation plus rapide de celles-ci. Malgré tout, de telles conditions extrêmes de réfrigération peuvent altérer irréversiblement certaines qualités organoleptiques de la viande et plus particulièrement sa tendreté. L'objectif reste donc de satisfaire au mieux ces deux exigences et ceci, plus spécialement pendant les premières heures qui suivent l'abattage. En effet, c'est pendant la phase d'installation de la rigor mortis que les conditions de réfrigération utilisées dans l'industrie sont les plus variables, la maturation étant toujours réalisée à des températures de l'ordre de 0° à + 4°C pour préserver au mieux les qualités hygiéniques de la viande **(OUALI, 1991).**

Lorsque les carcasses de volaille sont réfrigérées, la croissance microbienne est plus importante sur la peau que sur la paroi de la cavité viscérale. Au bout de 10 jours le nombre de bactéries augmente sur la peau à un taux maximal entre $10^9$ et $10^{10}$ par $cm^2$. Cette augmentation est accompagnée par une production d'odeurs désagréables ($10^7$ de bactéries par $cm^2$) et de poissage causé par le limon ($10^8$ par $cm^2$) et une augmentation du pH à 7,5 **(FORSYTHE et HAYES, 1998).**

Par ailleurs, comme pour les viandes réfrigérées, la flore d'altération des carcasses de volaille réfrigérées est dominée par les *Pseudomonas spp.* (fluorescents et non-fluorescents). En effet, la peau des carcasses de volaille réfrigérées altérées apparait fluorescente lorsqu'elle est exposée à une lumière UV, cette fluorescence est le résultat de la présence d'un grand nombre de *Pseudomonas fluorescens*. Au cours de l'altération, Les *Pseudomonas* constituent 70-80% de la flore, mais on trouve aussi des *Acinetobacter spp.* (10% de la flore) et *Schwanella putrefaciens* **(BARNES et THORNLEY, 1966 ; BARNES, 1976).** Ce dernier est particulièrement intéressant parce que sa croissance est plus rapide au niveau de la cuisse de la volaille (pH 6,5) comparée au bréchet (pH 5,8), cependant, la prédominance des *Pseudomonas* est moins prononcée au niveau de la cuisse **(BARNES et IMPEY, 1968).**

#### II.2.1.1. Réfrigération rapide des carcasses :

Lorsque l'abaissement de la température des muscles est trop rapide, l'altération de la tendreté, détectable dès les premiers jours, est irréversible même après un stockage prolongé. Ainsi, de telles conditions de réfrigération affectent à la fois la vitesse et l'intensité du processus de maturation.

Cette altération de la tendreté est liée au phénomène de la contracture au froid ou «cold shortening» découvert par Locker et Hagyard (1963). Ce phénomène apparaît essentiellement lorsque les trois conditions suivantes sont satisfaites:

1. température des muscles inférieure à 10° - 12° C
2. pH supérieur à 6,0 (au-dessous de cette valeur, le processus de contraction est inhibé)
3. présence d'ATP **(OUALI, 1991).**

#### II.2.1.2. Réfrigération lente des carcasses :

Un pH de 5,0 à 5,2 associé à une température de la carcasse encore élevée conduit à l'obtention de viandes plus ou moins exsudatives. Ce phénomène, entraîne une dénaturation sensible des protéines musculaires et ceci d'autant plus que la musculature est moins rouge comme c'est le cas chez le

veau. De telles conditions conduisent également à une altération des qualités organoleptiques de la viande et tout particulièrement de la tendreté.

Outre la tendreté, on peut penser que les bas pH observés au niveau de ces muscles affecteront aussi leur capacité de rétention d'eau, capacité qui diminue d'autant plus que le pH est bas.

**Remarque**

Une réfrigération trop rapide diminue la tendreté mais une réfrigération trop lente la diminue aussi du fait d'une baisse de pH trop rapide **(OUALI, 1991).**

### II.2.2. Influence de la congélation :

La durée de conservation de la viande peut être fortement augmentée par la congélation et le stockage à l'état congelé, traitement qui peut, selon la façon dont il est réalisé, affecter positivement ou négativement ses qualités organoleptiques **(OUALI, 1991).**

#### II.2.2.1. Congélation ante-rigor :

Lors de la congélation ante-rigor d'un muscle contenant de l'ATP, il va se contracter lorsque la température est abaissée vers 2°C. Il s'agit là du phénomène de « cold shortening » ou contracture au froid. Cette contraction est, en termes d'intensité, sans commune mesure avec celle qui apparaît au moment de la décongélation. Cette contraction correspond au phénomène de rigor de décongélation décrit par Bendall (1960). L'hydrolyse de l'ATP résiduel dès que la température redevient positive provoque une contraction brutale qui peut s'accompagner d'une exsudation d'autant plus forte que le muscle est libre de se contracter. Par ailleurs, ces contractions qui relèvent du même mécanisme que la contracture au froid, détériorent considérablement la tendreté de la viande **(OUALI, 1991).**

#### II.2.2.2. Congélation post-rigor :

Pour des viandes congelées au cours de la phase de maturation, la nature et l'étendue des altérations de la structure contractile dépendent étroitement de la taille et de la localisation, au sein du tissu musculaire, des cristaux de glace qui se forment. Les caractéristiques de ces cristaux sont elles-mêmes fonction de la cinétique des processus de congélation et de décongélation et, à un degré moindre, de la température finale de congélation et du temps de conservation à l'état congelé.

**Remarque :**

La congélation doit être rapide et la décongélation lente pour préserver les qualités organoleptiques, en particulier la jutosité **(OUALI, 1991)**

Les caractéristiques technologiques et organoleptiques de la viande correspondent à « la qualité » de celle-ci. Au sens large, l'évaluation de la qualité de la viande dépasse pourtant ce cadre puisqu'elle comprend également des aspects sécuritaires (caractéristiques microbiologiques ou toxicologiques) **(SALMI-BOUKHARI, 2011).**

# LA CONTAMINATION MICROBIENNE

# CHAPITRE III : ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES

L'intérieur de viande intacte est habituellement stérile ou à peu près ; à moins qu'elle ne provienne d'un animal infecté. Mais la surface peut être contaminée par la poussière ou la manutention qui suit immédiatement le dépeçage de l'animal. On peut retrouver toutes les bactéries organotrophiques comprenant celles du sol, du fumier ou des manutentionnaires **(JAWETZ et al.,1973).**

## III.1. Origine endogène :

Les appareils digestifs et respiratoires et les plumes et les muqueuses constituent des réservoirs à micro-organismes, ils constituent les principales sources de contamination des carcasses **(ROSSET et LEBERT, 1982).**

### III.1.1. Tube digestif :

Chez les oiseaux la flore intestinale du jabot à l'intestin est composée principalement de *lactobacilles,* alors que les caeca hébergent surtout des anaérobies stricts. La microflore varie en fonction de l'âge de l'animal, de son environnement, du stress et de l'alimentation **(GABRIEL et al., 2003).**

**Tableau n°3 : la flore microbienne du poulet (MCVEY et al., 2003).**

| Le nombre de microorganismes viables / gramme des contenus[a] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Estomac | | Intestin grêle | | | |
| | Jabot | Gésier | La partie supérieure | La partie inférieure | Caecum | Fèces |
| Total | 6 | 6 | 8-9 | 8-9 | 8-9 | 8-9 |
| Les microorganismes anaérobies | 3 | 5-6 | <2 | <2 | 8-9 | 7-8 |
| Enterobacteriaceae[b] | 6 | <2 | 1-2 | 1-3 | 5-6 | 6-7 |
| Streptocoques/Entérocoques | 2 | <2 | 4 | 3-5 | 6-7 | 6-7 |
| Les lactobacilles | 5-6 | 2-3 | 8-9 | 8-9 | 8-9 | 8-9 |

[a] : exprimé en $\log_{10}$ du nombre d'organismes cultivés.

[b] : principalement *Escherichia coli*

### III.1.2. Les plumes et les muqueuses :

**(KOTULA et PANDYA, 1995)** ont trouvés des agents pathogènes humains en grand nombre sur les plumes et la peau des poulets de chair qui entrent dans les usines de transformation.

**Tableau n°4: Les charges bactériennes du poulet de chair entrant les usines de transformation (KOTULA ET PANDYA, 1995).**

| Echantillon | $Log_{10}$ ufc/g | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Compte total | Escherichia coli | Salmonella | Campylobacter |
| Les plumes sur | | | | |
| le bréchet | 7.6 | 8.0 | 7.2 | 7.5 |
| la cuisse | 7.7 | 7.8 | 6.5 | 7.3 |
| le pilon | 7.7 | 7.9 | 6.5 | 7.4 |
| La peau sur | | | | |
| le bréchet | 8.3 | 7.4 | 6.3 | 6.9 |
| la cuisse | 8.0 | 6.3 | 5.9 | 6.4 |
| le pilon | 8.3 | 6.6 | 5.8 | 6.4 |

### III.1.3. Les voies respiratoires :

La flore bactérienne de la cavité nasale, de la langue, du pharyngo-larynx, de la trachée et des sacs aériens se compose principalement de *staphylocoques, micrococcus, lactobacilles, streptocoques* et d'entérobactéries **(KAWAGUCHI et al., 1991).**

### III.2. Origine exogène :

#### III.2.1. Personnel :

La peau, les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés. Les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des *Staphylocoques.*

Les personnes souffrant d'infections de l'appareil respiratoire (rhumes...) contaminent les aliments et les surfaces avec lesquels ils sont en contact en toussant et en se mouchant à leur voisinage. Le tube digestif de l'homme renferme de nombreux microorganismes qui sont excrétés avec les fèces. Des individus, apparemment sains, peuvent ainsi rejeter des microorganismes pathogènes à l'origine des contaminations: *Salmonelles* (*Salmonella typhi, Salmonella enteridis, Salmonella newport*) **(HAMMOUDI et RIAD, 2013).**

#### III.2.2. Matériel et milieu :

Les plumeuses mécaniques augmentent la charge bactérienne sur la peau des oiseaux et provoquent également des problèmes de contamination croisée et d'aérosol, en particulier avec les *Staphylococcus aureus.*

L'éviscération augmente également la charge bactérienne sur la peau en répondant les bactéries fécales sur la surface, ces bactéries peuvent facilement être transférées vers d'autres carcasses créant ainsi des problèmes de contamination croisée **(FORSYTHE et HAYES, 1998).**

Refroidissement dans l'eau à contre-courant : il existe des preuves pour dire qu'on a une contamination croisée dans les refroidisseurs et cela peut être d'une importance particulière lorsqu'on a des oiseaux contaminés par les *Salmonelles.*

Refroidissement à l'air : l'avantage de cette méthode est que la contamination croisée est réduite bien que les oiseaux refroidis à l'air soient plus susceptibles d'être contaminés que la volaille refroidis à l'eau **(MEAD, 1982).**

Après le refroidissement préliminaire, le taux de microbes présents sur la peau du poulet se situe entre $5 \times 10^3$ et $1 \times 10^5$ par $cm^2$ alors que le taux de microbes dans la cavité viscérale est de $< 1 \times 10^4$ par $cm^2$. Qualitativement, à ce stade la flore microbienne est mixte et on isole le plus souvent

*des micrococcus, flavobacteria, Escherichia,* Enterobacter *et Streptococcus spp., et Acinetobacter spp.* **(BARNES ET THORNLEY, 1966).**

**Tableau n°5 : Différentes sources de contaminations des viandes et les solutions envisageables pour éviter ce type de contamination (COUVEZ et al. 2010).**

| Exemples de contaminations | Types de contaminations | Solutions envisageables pour éviter ces contaminations |
|---|---|---|
| Viande de volaille infectée par des *Salmonelles* dans l'élevage | Contamination primaire | Il faut bien contrôler sa propre matière première si l'on est éleveur : l'élevage doit être exempt de maladies. |
| Viande contaminée par des microbes lorsque le transformateur éternue | Contamination secondaire directe | Si l'on est malade, il faut éviter d'intervenir dans la transformation. Pour limiter les contaminations de l'air par des microbes, il faut aussi porter un masque pour les étapes les plus délicates.<br>Lorsqu'il manipule la matière première, le transformateur doit également porter des gants pour éviter des contaminations venant de plaies éventuelles sur ses mains. |
| Viande contaminée par les mains du transformateur qui vient de tuer les animaux dans la tuerie | Contamination secondaire indirecte (la main est l'intermédiaire entre les deux animaux) | Il faut se laver les mains entre toutes les étapes de transformation, de la tuerie jusqu'à l'emballage et au stockage. |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| Viande contaminée par contact avec un outil de hachage mal lavé | Contamination secondaire indirecte (l'outil est l'intermédiaire de contamination entre deux viandes) | Il faut bien nettoyer et désinfecter les outils, les machines et les plans de travail, pour éviter les contaminations d'un produit contaminé à un produit sain. |
| Mains de l'opérateur contaminées par le contact avec un torchon sale et qui contaminent ensuite la viande non transformée | Contamination secondaire indirecte (le torchon et la main sont les intermédiaires de contamination) | Il faut s'assurer de la propreté générale des lavabos et utiliser des essuie-mains propres (jetables) |
| Viande saine atteinte par des éclaboussures d'eau et de sang restés au sol après l'abattage. | Contaminations secondaire indirecte, de type croisée. | Il faut bien laver et désinfecter le local, y compris les sols et le matériel de rinçage, avant de passer à une autre étape de transformation. Il faut aussi changer de chaussures et de tenue avant de rentrer dans le local de transformation. |

Dans la filière des viandes et produits carnés, quelle que soit l'espèce, les viandes sont naturellement contaminées. Même si les sources de contamination sont diverses, la majorité de la contamination trouve son origine aux trois stades critiques suivants :

1. La contamination liée à l'animal vivant (cuir, peau, plumes, etc.) ;
2. La contamination au cours de l'abattage, notamment au stade de l'éviscération ;
3. Celle inhérente aux différentes étapes de transformation (découpe, hachage, conditionnement, etc.) **(ZAGOREC et CHRISTIEANS, 2013).**

Les bactéries ne peuvent provoquer la détérioration des produits que si elles se développent après la contamination. Certains facteurs jouent un rôle dans le développent des bactéries et la rapidité de la détérioration **( HEIJNEN et al., 2005).**

# CHAPITRE IV : FACTEURS DE MULTIPLICATION DES MICROORGANISMES :

En technologie des viandes, l'évolution des microorganismes présents dépend d'un certain nombre de paramètres, les plus importants sont les nutriments, la température, l'activité de l'eau (Aw), le pH et la tension d'oxygène **(FOURNAUD, 1982).**

## IV.1. Les nutriments :

Les bactéries ont besoin de nutriments afin de satisfaire leurs besoins énergétiques mais aussi pour fabriquer le protoplasme et des matériaux de structure. Les bactéries ont des besoins nutritionnels différents mais certains éléments sont indispensables à la croissance bactérienne. Les éléments les plus importants sont le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le souffre et le phosphore. Les bactéries ont aussi besoin de petites quantités de fer, de magnésium, de potassium et de calcium mais aussi d'autres éléments en quantités infimes **(FORSYTHE et HAYES, 1998).**

Les bactéries survivent et poussent dans une grande variété d'habitats. Quel que soit le lieu où elles se développent, les bactéries doivent synthétiser des constituants cellulaires de façon coordonnée. Les éléments de construction nécessaires doivent être soit fournis en quantité suffisante dans le milieu, soit être synthétisés par les microorganismes eux-mêmes. On peut diviser les bactéries en deux grands groupes en fonction de leurs besoins nutritionnels. Le premier groupe est constitué des bactéries photosynthétiques ou chimiosythétiques qui subsistent grâce au CO2 et aux minéraux, et qui utilisent soit la lumière, soit l'énergie chimique. L'autre groupe inclut les microorganismes qui ont besoin de composés organiques préformés. Tous les microorganismes pathogènes tombent dans le deuxième groupe, mais, ils ont des besoins nutritionnels différents. Certaines bactéries comme Escherichia coli se contentent de glucose et de quelques substances inorganiques. D'autres bactéries pathogènes, à l'image de leur hôte, l'homme, sont incapables de synthétiser un ou plusieurs métabolites essentiels – vitamines, acides aminés, purines, pyrimidines, etc…- qui doivent être fournis sous forme de facteur de croissance **(SCHAECHTER et al., 1999).**

### IV.2. La température :

La température est un des principaux facteurs qui influence la croissance bactérienne. Ainsi chaque bactérie possède une plage de température permettant une croissance optimale. Selon l'intervalle de température concernée, on classe les bactéries en 3 grands groupes :

#### IV.2.1. Psychrophiles et psychrotrophes :

- Les psychrophiles sont des microorganismes qui se développent à des températures allant de 0 à +20°C avec un optimum de 15°C, (Exemples : *Bacillus psychrophilus, Chlamydomonas nivalis*).

- Les psychrotrophes sont des microorganismes qui se développent à des températures comprises entre 0 à +35°C avec un optimum de croissance de +20°C à +35°C (Exemples : *Pseudomonas, Alcaligenes, Erwinia, Corynebacterium, Flavobacterium, Lactobacillus* et *Streptomyces*). C'est un groupe intermédiaire entre les psychrophiles et les mésophile

#### IV.2.2. Mésophiles

Les mésophiles se multiplient à des températures allant de +20°C à +40°C avec un optimum de +37°C. La majorité des genres et espèces bactériennes appartiennent à ce groupe. Ce sont les espèces communes et les espèces pathogènes pour l'homme et l'animal ; ils sont pour la plupart des saprophytes naturels (Exemples: *Escherichia coli*, *Salmonelles, Staphylocoques, Campylobacter*, etc.)

#### IV.2.3. Thermophiles

Les thermophiles sont les microorganismes qui se développent dans des températures allant de +40°C à +65°C avec un optimum de +55°C. Dans le domaine de la microbiologie alimentaire, ils sont représentés surtout dans les genres bactériens *Bacillus* et *Clostridium* et certaines moisissures (*Aspergillus, Cladosporium*) **(BORNERT, 2000).**

### IV.3. L'activité de l'eau ($a_w$) :

L'eau est indispensable pour le développement des microorganismes. L'exigence en cette eau varie avec les espèces, les groupes et les genres et elle est exprimée par une valeur qui est le rapport entre la pression de vapeur de la solution et la pression de vapeur du solvant, elle représente en fait la quantité d'eau libre, seule utilisable par les germes. En général, plus l'$a_w$ est élevé, plus la croissance de la microflore est intense. La plupart des bactéries ont un optimum de croissance autour de 0,990 à 0,995 **(MESCLE et ZUCCA, 1988).**

Considérant le comportement des microorganismes vis-à-vis de l'$a_w$, ils sont classés en hygrophiles, mésophiles et xérophiles.

Les microorganismes hygrophiles se développent bien pour des $a_w$ comprises entre 0,995 et 0,980 (*Pseudomonas*). Les mésophiles ont leur $a_w$ minimale située entre 0,85 et 0,90 (*Micrococcus, Lactobacillus, Vibrio* et *Staphylococcus aureus*). Les microorganismes xérophiles se développent rapidement dans les conditions de déshydratation du support alimentaire (levures et moisissures). **(ROZIER et al., 1985).**

Les micro-organismes ont besoin d'eau. En conséquence, la réduction des quantités d'eau disponibles au-dessous du seuil optimal prolonge la durée de conservation du produit. Lorsque la viande est entreposée dans un local où l'humidité relative est inférieure à 95 pour cent, sa surface subit une dessication. Comme la plupart des bactéries responsables de l'altération des aliments sont aérobies et se développent uniquement à la surface de la viande, ce dessèchement prolonge la durée de conservation. Les moisissure (champignons) peuvent se développer dans un milieu plus sec, de sorte que la dessication excerce un effet sélectif sur la prolifération microbienne **(FAO, 1994).**

### IV.4. Le pH :

Le pH de la viande est son degré d'acidité. Les sucres stockés sont transformés en acide lactique **(FAO, 1994).**

Le pH du muscle décroît progressivement après l'abattage et passe de sa valeur physiologique de 7.0 à 7.2 à une valeur voisine de 5.3 à 5.8 selon l'espèce animale considérée et au sein d'une même espèce, selon le muscle considéré **(HARKATI, 2007).**

La viande à pH élevé est propice à la prolifération rapide des bactéries responsables de son altération et se conserve donc moins longtemps **(FAO, 1994).**

Pour chaque espèce bactérienne, il existe un pH minimum, un pH optimum et un pH maximum. Ainsi, en fonction des pH optima, on distingue des microorganismes acidophiles (*Lactobacilles, Streptocoques* lactiques, levures, moisissures), des microorganismes neutrophiles dont leur pH est voisin de la neutralité, des microorganismes basophiles dont la croissance n'est pas ralentie par des valeurs supérieures à 7 (*Clostridium* et *Bacillus*) **(ROZIER et al., 1985).**

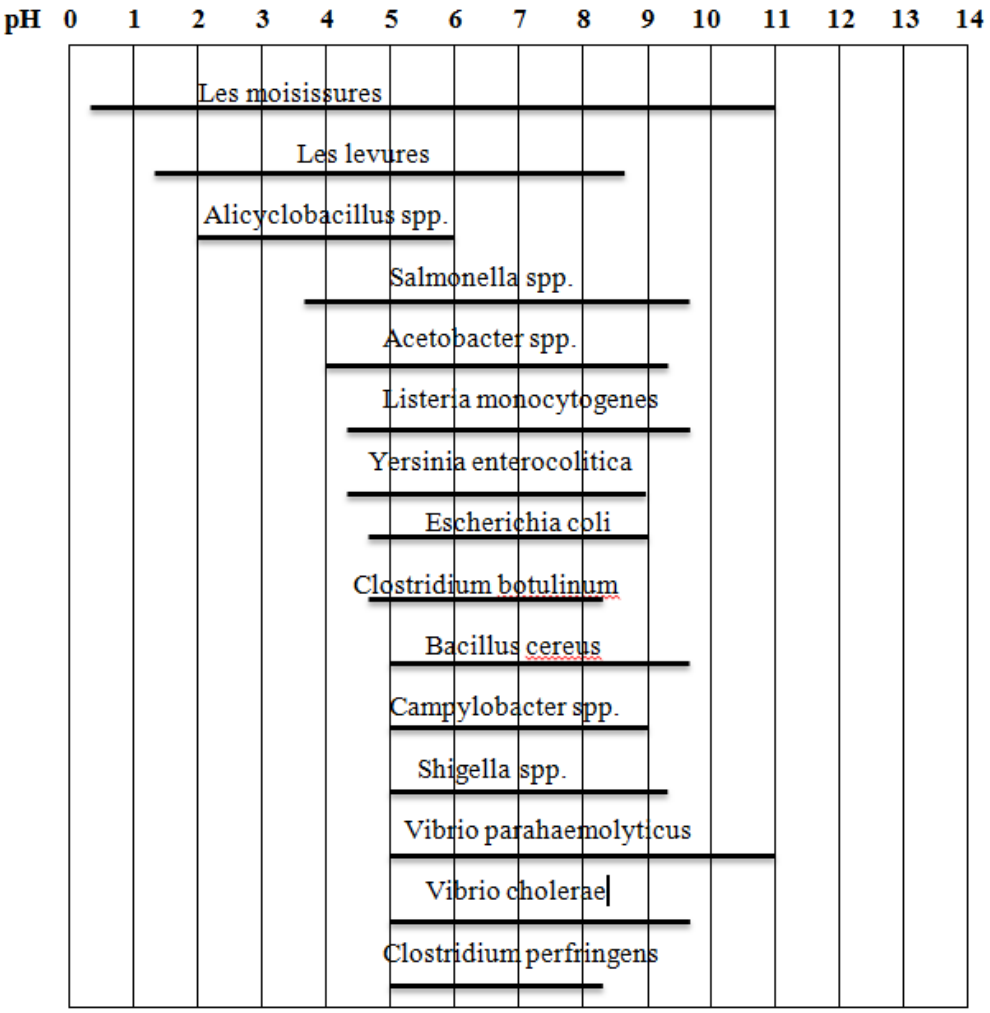



**Figure n°1 : pH approximatifs pour certains micro-organismes d'origine alimentaire (JAY, 2000).**

### IV.5. La tension d'oxygène :

Le potentiel redox agit sur le métabolisme des microorganismes. Suivant leur besoin en oxygène, les microorganismes sont classés en: aérobies, anaérobies, aéro-anaérobies et microaérophiles **(Rozier et al., 1985).**

- Une bactérie qui se multiplie en présence d'$O_2$ est dite aérobie. Elles respirent, et sont majoritaires (ex : *Bacillus*)
- Les bactéries qui ne supportent pas l'$O_2$ sont dites anaérobies. Elles fermentent voir putréfient (ex : *Clostridium*)
- Il existe des bactéries qui se multiplient quand la concentration en $O_2$ est faible, elles sont dites microaérophiles. Elles se multiplient quand $[O_2] < 5\%$. (ex : *Campylobacter*)
- Les bactéries qui supportent l'$O_2$, mais pouvant s'en passer sont dites aéro-anaérobies. Elles respirent dans un premier temps, et pratiquent la fermentation. (ex : *Staphylococcus*) **(ANONYME 2).**

La plupart des bactéries qui ont une importance médicale peuvent pousser avec ou sans oxygène ; on les appelle bactéries anaérobies facultatives (ex. *Escherichia coli* ou d'autres bactéries intestinales).

Ces différences dans la réponse à l'oxygène traduisent la façon dont les bactéries oxydent les substrats pour obtenir de l'énergie. Les bactéries aérobies strictes utilisent la respiration uniquement, processus dans lequel l'accepteur final d'électrons, dans une série d'oxydo-réductions couplées, est l'oxygène moléculaire. Les bactéries anaérobies strictes utilisent la fermentation, où l'accepteur final d'hydrogène est une molécule organique. On peut citer des exemples d'accepteurs d'électrons organiques : le pyruvate, qui est réduit en lactate dans la fermentation lactique, ou l'acétyl-CoA, qui est réduit en alcool dans la fermentation alcoolique. Les bactéries anaérobies facultatives peuvent utiliser l'une ou l'autre forme de métabolisme, en fonction de la présence ou de l'absence d'oxygène.

La respiration apporte plus d'énergie par molécule de substrat oxydé que la fermentation **(SCHAECHTER et al.,1999).**

Les bactéries aérobies ne peuvent se développer qu'en présence d'oxygène, ce qui limite leur croissance à la surface de la viande. Les bactéries anaérobies se multiplient à l'intérieur de la viande, car leur développement nécessite un milieu dépourvu d'oxygène. Les anaérobies facultatifs peuvent se développer lentement en présence d'oxygène, mais se multiplient mieux en son absence. Les bactéries causant des intoxications alimentaires sont des anaérobies et anaérobies facultatifs. Les bactéries entrainant une putréfaction de la viande les plus courantes (de l'espèce *Pseudomonas spp.)* sont des aérobies **(FAO, 1994).**

Un nombre viable total élevé résultant d'une forte contamination pendant l'abattage ou le traitement abrège la durée de conservation, même si cette dernière s'effectue dans des conditions idéales. Il est aussi l'indice d'un manque d'hygiène, ce qui rend fort probable la contamination par des bactéries responsables d'intoxications alimentaires **(FAO, 1994).**

# CHAPITRE V : CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION MICROBIENNE

La contamination microbienne de la viande peut avoir deux conséquences : l'une due à l'ingestion de microorganismes pathogènes et leurs toxines avec un effet sanitaire en provoquant des toxi-infections alimentaires. Les germes mis en cause sont surtout : *Salmonella spp., Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Vibrio parahaemolyticus, Clostridium perfringens et Clostridium botulinum*. L'autre conséquence d'ordre économique est due à l'altération des viandes entrainant la diminution de leur vie commerciale et de leur valeur marchande **(CARTIER, 2007).**

## V.1. Les toxi-infections alimentaires :

La présence de bactéries pathogènes dans les aliments peut être responsable de quatre types de troubles:

- L'Intoxination alimentaire: les troubles sont dus à des toxines préformées dans l'aliment lors de la croissance bactérienne. La toxine est formée et libérée dans l'aliment avant sa consommation (*Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum*).

- Les toxi-infections alimentaires: ceux sont des accidents causés par des agents pathogènes présents à un taux très élevé dans l'aliment incriminé (en général ≥ 105 germes par gramme d'aliment) (*Salmonella, Shigella*).

- L'intoxication de type histaminique: elle est provoquée par l'ingestion d'aliments contenant des amines biogènes, résultat de la décarboxylation d'acides aminés (histamine, tyramine) **(ROSSET, 1982).**

Schématiquement, il est possible de classer les micro-organismes susceptibles d'être à l'origine de maladies liées à la consommation d'aliments en trois catégories :

- 1e catégorie : les micro-organismes responsables de maladies infectieuses graves. L'apparition de la maladie infectieuse peut résulter de l'absorption d'un nombre très faible de micro-organismes (ex. *Shigella, Salmonella typhi, Vibrio cholerae*). La présence de ces micro-organismes ne peut être acceptée dans les aliments. Leur recherche se fait le plus souvent après enrichissement sélectif. La plupart de ces micro-organismes sont sensibles à des traitements antimicrobiens de type pasteurisation. Seuls *Bacillus anthracis* et *Clostridium perfringens* ne sont éliminés des aliments qu'après stérilisation.

- 2e catégorie : les germes qui peuvent être saprophytes de l'Homme et des animaux, et qui, en petit nombre dans les aliments, ne posent souvent pas de problème du point de vue sanitaire. Par contre, si ces germes se multiplient abondamment dans le produit alimentaire jusqu'à des valeurs comprises entre $10^6$ et $10^9$ germes par g ou ml, ils peuvent produire des substances toxiques (des exotoxines enzymatiques et des catabolites toxiques). La consommation d'un aliment contaminé se traduit par des syndromes toxiques et/ou infectieux. La plupart des germes responsables de toxi-infections sont tolérés en petit nombre dans les aliments. Des techniques de numération de certains de ces micro-organismes sont utilisées au cours du contrôle microbiologique.

- 3e catégorie : dans cette catégorie se trouvent certains micro-organismes qui sécrètent une ou plusieurs exotoxines dans l'aliment. La consommation de celui-ci peut conduire à une « intoxination » grave (botulisme par exemple). Dans ce cas, ce n'est pas la présence du germe qui est importante mais celle de la toxine : aussi l'analyse ne porte que sur la recherche de cette dernière **(DUPIN et al., 1992)**

**Tableau n°6: Maladies bactériennes liées à la consommation d'aliments (DUPIN et al., 1992).**

| Maladie | Micro-organismes | Risque (1) | Type (2) | Fréquence (3) | Source | Aliments incriminés |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Botulisme | *Clostridium botulinum* | G | I | F, M | Sol, eau, tractus intestinal des animaux | Conserves de ph > 4,5 mal stérilisées, poisson, salaisons, non nitritées, aliments sous vide ou dans l'huile |
| Fièvre typhoïde | *Salmonella typhi* | G | MI | F, M | Porteurs sains, fèces des hommes malades, eau | Aliments riches en protéines (viandes, œufs, poisson, lait), produits crus, coquillages |
| Dysenterie | *Shigella dysenteria, S. sonnei, S. flexneri* | G | MI | F, M | Fèces des malades, eau | Aliments crus, légumes, salades, lait, eau |
| Choléra | *Vibrio cholerae* | G | MI | F,As, Af | Fèces et vomissures des malades, eau | Aliments crus, légumes, eau |
| Fièvre de malte (brucellose) | *Brucella melitensis* | G | MI | R, E | Animaux infectés | Lait et fromage crus d'origine ovine |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tuberculose | *Mycobacterium tuberculosis, M. bovis* | G | MI | R, M | Sécrétion des malades, lait des animaux | Lait cru |
| Listériose | *Listeria monocytogenes* | G | MI | R, M | Tissus, lait, urine des animaux malades | Lait, produits laitiers, viande, volaille |
| Pasteurellose | *Pasteurella multocida* | G | MI | R, M | Animaux malades, fèces | Volaille, végétaux |
| Anthrax intestinal | *Bacillus anthracis* | G | MI | R, M | Animaux malades | Viande crue, charcuteries |
| Tularémie | *Francisella tularensis* | G | MI | R, M | Sang et tissus de lapins et lièvres malades | Lapin, lièvre (contact) |
| Entérite nécrosante | *Clostridium perfringens C* | G | MI, I | R, E | Fèces des animaux | Viande et poisson cuits |
| Yersiniose | *Yersinia enterocolitica* | M | TI | F, M | Sol, eau, animaux | Crudités, viandes, lait cru |
| Campylobactériose | *Campylobacter fetus, C. spp.,* | M | MI | F, M | Animaux malades | Eau, lait cru, poulet, coquillages |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *C. jejuni* | | | | | |
| Empoisonnement | *Pseudomonas aeroginosa* | G | MI | R indonésie | Eau, sol, fèces humains, lésions | Lait, lapin, sirops |
| Salmonelloses | *Salmonella typhimurium, S. heidelberg, S. java, S. entiritis, S. montevideo, S. panama etc.* | M | TI | F, M | Fèces, animaux domestiques | Viande, volaille, coquillages, poisson, lait, oeufs |
| Entérotoxicose staphylococcique | *Staphylococcus aureus* | M | I | F, M | Peau, acné, sécrétions nasales | Jambon, viande, volaille, crustacés, fromages, lait, charcuteries |
| Toxi-infections à entérobactéries | *Escherichia coli (nombreux sérotypes), Proteus vulgaris* (+3 autres espèces), *Providencia, Klebsiella pneumoniae, K. ozaenae Citrobacter freundii, Enterobacter aerogenes* (+ | M | TI | F, M | Fèces, eau, sol | Viande, volaille, lait et produits laitiers crus, pâtisserie, plats cuisinés, œufs |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | autres espèces), *Edwardsiella tarda, Arizona* | | | | | |
| Toxi-infections | *Clostridium perfringens* | M | TI | F, M | Fèces des hommes ou animaux, sol | Viande et volailles cuites, aliments crus |
| Toxi-infections | *Vibrio parahaemolyticus* | M | TI | F, M | Eau et produits de la mer | Poisson, crustacés, salaison |
| Gastro-entérites | *Bacillus cereus* | M | TI | F, M | Sol, poussières | Produits céréaliers, gâteaux, sauces, viande, pain |
| Toxi-infections | *Streptococcus faecalis* | M | TI | R, M | Fèces de l'homme et des animaux | Viande, gâteaux, lait en poudre |
| Aflatoxicose | *Aspergillus flavus* (et souches voisines) | G | I | F, M | Sol, plantes | Végétaux (grains), lait |
| Autres mycotoxi-coses | Champignons inférieurs | M, G | I | R, M | Sol, plantes | Fruits, graines, lait |

(1) G = grave ; M = modéré.

(2) MI = maladie infectieuse bactérienne ; TI = toxi-infection ;I = intoxination

(3) R = rare ; M = mondiale ; F = fréquente ; E = Europe ; As = Asie ; Af = Afrique

### V.1.1. Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) :

Apparition d'au moins 2 cas d'une symptomatologie, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

- Principaux agents : *Salmonella* > *Staphylococcus aureus* > *Clostridium perfringens* > *Bacillus cereus* :
    - Incubation courte (1-4h) : *Staphylococcus aureus, Bacillus* cereus (vomissements +++).
    - Incubation longue (12-76h) *: Salmonella, Clostridium perfringens, Bacillus cereus* (diarrhées+++).
- Physiopathologie :
    - Infections stricto sensu (invasion de la muqueuse digestive) = *Salmonella non typhi, Clostridium jejuni, Shigella, Yersinia, Escherichia coli* (EIEC, EPEC, EHEC), etc ;
    - Intoxications pures (intoxinations) : toxinogénèse dans l'aliment (*Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium botulinum*), ou toxinogénèse dans la lumière digestive (*Clostridium perfringens,* ETEC).
    - Cas particulier : syndrome hémolytique et urémique dû à *Escherichia coli* producteur de Shiga-toxines **(BIANCHI et al., 2013).**

#### V.1.1.1. Salmonellose :

Ce sont les toxi-infections alimentaires les plus fréquentes (71% des cas). On les appelle encore salmonelloses non typhiques ou salmonelloses digestives.

Lorsqu'elles sont collectives, elles sont de déclaration obligatoire.

Les *Salmonelles* sont des bacilles à Gram négatif ayant plusieurs sérotypes (plus de 1800) dont les deux plus fréquentes dans le cadre des toxi-infections alimentaires sont :

- *Salmonella enteritidis* (surtout dans les œufs) (60% des intoxications collectives)
- *Salmonella typhimurium* (25%)

Les *Salmonelles* sont des bactéries invasives de la muqueuse intestinale et sont entérotoxinogènes, provoquant ainsi un syndrome infectieux et un syndrome diarrhéique **(PEBRET, 2003).**

Le risque de contamination par la *Salmonelle* est un aspect important à considérer lors de la préparation de volaille.

Les symptômes de la salmonellose (douleurs abdominales, fièvre, diarrhée, vomissements, frissons, maux de tête) apparaissent généralement entre 12 et 24 heures après l'ingestion de l'aliment contaminé et durent environ 2 ou 3 jours. La maladie peut être plus grave chez les personnes vulnérables, comme les enfants et les personnes âgées.

La *Salmonelle* se loge fréquemment dans les intestins de la volaille, et peut se répandre sur sa surface lors de l'abattage. On retrouve aussi cette bactérie dans la viande, les poissons, les œufs et les produits laitiers **(QAIC, 1996)**.

#### V.1.1.2. Entérotoxicose staphylococcique :

Elle résulte de la consommation d'aliments contaminés par des souches de *Staphylococcus aureus* toxinogènes. Six types d'entérotoxines sont actuellement connus (A, B, C, D, E et F).
L'intoxination est caractérisée par une période d'incubation de courte durée (1 à 4 heures). Les symptômes de cette maladie sont caractéristiques : salivation abondante, nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée abondante, sueurs, céphalée, état de prostration et quelquefois fièvre. Les symptômes disparaissent en général après 24 à 48 heures

Quand un aliment est contaminé, il faut qu'il soit conservé un temps assez long à une température permettant la croissance microbienne. L'entérotoxine staphylococcique étant un métabolite secondaire, elle est synthétisée en fin de phase exponentielle et au cours de la phase stationnaire de croissance. Le nombre minimum de germes nécessaires à la production de suffisamment de toxine pour provoquer l'empoisonnement est évalué selon les auteurs à $5.10^5$ ou $5.10^6$ germes par g **(DUPIN et al., 1992).**

### V.1.1.3. Infection à *Clostridium perfringens* :

*Clostridium perfringens* contamine fréquemment certains aliments (viande, lait, fruits, légumes) et sa présence dans les eaux est un critère de contamination fécale.

Le type A de *Clostridium perfringens* est impliqué dans 10 à 15% des toxi-infections alimentaires le plus souvent bénignes et de courte durée. La période d'incubation est de 6 à 20 heures, suivie d'une diarrhée aqueuse et de douleurs abdominales. Des diarrhées infectieuses dues à une colonisation intestinale persistante par *Clostridium perfringens* de type A et à son entérotoxine ont été décrites. Sporadiques, elles touchent essentiellement des personnes âgées et sont fréquemment associées à un traitement antibiotique.

L'entérite nécrosante provoquée par le type C de *Clostridium perfringens* est une affection digestive sévère, qui ne présente que quelques cas sporadiques. Elle se rencontre surtout chez le jeune enfant et est suivie d'une péritonite ou d'un état de choc fatal.

La présence de spores de *Clostridium perfringens* dans les viandes semble incontournable. La prévention a pour but de réduire au maximum leur nombre : conservation des plats cuisinés soit au-dessus de 60°C, soit à une température inférieure à +10°C, réchauffage à 75°C au moins **(FLANDROIS, 1997).**

### V.1.1.4. Gastro-entérite par *Bacillus cereus* :

*Bacillus cereus* peut être rencontré dans une grande variété d'aliments tels que les pâtes, le riz, les produits laitiers, les denrées alimentaires séchées, la viande, les légumes, les fruits, les céréales, les épices ou les fruits de mer.

Les toxi-infections alimentaires (TIA) à *Bacillus cereus* se manifestent par deux types de syndrome: le syndrome émétique et le syndrome diarrhéique. Ces deux types de syndromes sont causés par différents facteurs de virulence

Le syndrome émétique, caractérisé par une courte période d'incubation (1 à 5 heures après ingestion des aliments), est dû à l'ingestion d'une toxine nommée céreulide préformée dans les aliments. Le syndrome diarrhéique est le plus fréquent en Europe et en Amérique du Nord. Il se caractérise par une période d'incubation de 8 à 16 heures, des crampes abdominales et une diarrhée et serait dû à la production d'entérotoxines par des cellules végétatives dans l'intestin grêle de l'hôte. Ce syndrome fait suite à l'ingestion d'aliments contaminés par des cellules végétatives ou des spores bactériennes

Il ne semble pas résulter de l'ingestion de toxines préformées dans les aliments car les toxines incriminées sont thermosensibles et sensibles aux protéases du tube digestif.

Lors d'une TIAC à *Bacillus cereus*, un grand nombre de bactéries est généralement dénombré dans les aliments impliqués. Dans les cas du syndrome diarrhéique la dose infectieuse exacte n'est pas connue mais semble être dans la gamme de 105 à 108 bactéries ou spores totales.

Le nombre de cellules de *Bacillus cereus* nécessaire pour produire assez de toxine émétique n'a pas été déterminé. Cependant dans les cas de syndrome émétique le nombre de bactéries retrouvés dans les aliments était en moyenne de 105 Unités Formatrices de Colonie (UFC) par gramme **(LAOUAMI , 2012).**

### V.2. Conséquences économiques :

Les modifications apportées peuvent influencer défavorablement les possibilités de commercialisation des produits, dans la mesure où les changements enregistrés altèrent la qualité naturelle du produit **(DUMONT, 1982).**

L'altération est le résultat de croissance microbienne sur ou à l'intérieur des aliments. L'activité métabolique qui accompagne la croissance produit une destruction de la substance alimentaire et la libération des produits de fermentation, de digestion et d'autres processus. L'altération peut être définie comme étant le processus qui rend les aliments impropres à la consommation humaine. Mais il est rare que celle-ci entraine un empoisonnement réel par les aliments (l'empoisonnement alimentaire se limite à l'infection par des entérobactéries pathogènes qui contaminent les aliments ou par l'ingestion d'aliments contenant des exotoxines).

L'altération comprend ordinairement : des altérations de la saveur, de l'odeur, de la couleur, la production de moisissures, etc. -en d'autres termes, des altérations esthétiques.

Les organismes de la putréfaction produisent des odeurs et des goûts désagréables, c'est-à-dire ceux qui digèrent les protéines et produisent du $H_2S$, des composés sulfhydryles ou des amines **(JAWETZ et al., 1973).**

### V.2.1. Agents d'altération des aliments :

Les bactéries psychrotrophes agents d'altérations des aliments sont nombreuses et variées, mais la famille des Pseudomonadaceae est souvent la plus représentée. Elle regroupe des bacilles à Gram négatif, droits ou incurvés, mobiles par ciliature polaire et aérobies stricts **(SNEATH, 1986).**

Le genre Pseudomonas possède la meilleure capacité de développement au froid et présente une activité significative jusqu'à une température de +2°C **(GILL et NEWTON, 1977).** Les genres Shewanella, Alcaligenes, Acinetobacter, Alteromonas et Flavobacterium sont aussi fréquemment rencontrés dans les denrées alimentaires **(BORNERT, 2000).**

Les entérobactéries psychrotrophes appartiennent principalement aux genres Enterobacter, Serratia et Hafnia. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs. On peut citer les espèces *Enterobacter cloacae, Serratia marcescens, Serratia liquefaciens et Hafnia alvei.* Certaines souches présentent une température minimale de croissance inférieure à 0°C **(CATTEAU, 1999).**

Les bactéries lactiques sont également largement représentées au sein du groupe des psychrotrophes. Ce sont des bacilles ou des cocci à Gram positif, non sporulés, dépourvus de catalase, produisant de l'acide lactique selon un métabolisme homo-ou hétéro-fermentaire. Les lactobacilles présentent une activité jusqu'à une température de +2°C. On rencontre aussi des bactéries des genres Carnobacterium, Leuconostoc, Streptococcus et Pediococcus **(GARRY et GUERN, 1999).**

Parmi les autres bactéries psychrotrophes d'intérêt dans le domaine alimentaire, il faut citer les genres Micrococcus et Staphylococcus, certains Bacillus et Clostridium ainsi que les bactéries coryneformes, en particulier l'espèce *Brochothrix thermosphacta* **(BORNERT, 2000).**

Certaines bactéries entrainent l'altération du produit, d'autres provoquent une intoxication alimentaire. Les premières abrègent la durée de conservation du produit, alors que les autres rendent malades. La plupart des bactéries à l'origine des intoxications alimentaires sont des bactéries mésophiles.

Beaucoup de bactéries mésophiles provoquent une altération des aliments, mais la réfrigération de la viande fait que sa détérioration est surtout due aux bactéries psychrophiles (**FAO, 1994).**

# VI. CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES BACTERIES PSYCHROTROPHES:

La réfrigération agit en ralentissant la multiplication bactérienne, sans la stopper pour autant. Mais, si le recours au froid a permis d'accroître la sécurité alimentaire à l'égard des grands germes pathogènes ou d'altération, la vigilance doit être maintenue. En effet, la généralisation de l'utilisation du froid a permis l'émergence de « nouveaux » germes, les psychrotrophes et les psychrophiles **(ROSSET et al. 2002).**

## VI.1. Classification des bactéries :

Il est possible de classer les bactéries en différents groupes, selon la valeur de la température optimale de croissance. On distingue ainsi les bactéries thermophiles, mésophiles et psychrophiles **(BORNERT, 2000).**

**Tableau n°7 : Classification des micro-organismes selon leur température optimale de croissance (BORNERT, 2000).**

| | Thermophiles | Mésophiles | Psychrophiles |
|---|---|---|---|
| Valeurs entre lesquelles se situe la température optimale de croissance du microorganisme considéré | +40°C et +55°C | +20°C et +40°C | +5°C et +20°C |

Il est d'usage de qualifier de psychrotrophes les micro-organismes qui conservent une activité notable à des températures inférieures ou égales à +7°C **(ROZIER, 1995).**

Selon cette définition, les bactéries psychrophiles appartiennent aussi au groupe des psychrotrophes, mais en pratique les principales bactéries psychrotrophes d'intérêt alimentaire sont mésophiles **(BORNERT, 2000).**

## V.2. Caractéristiques physiologiques des bactéries psychrotrophes :

### V.2.1. La courbe de croissance :

Les bactéries mésophiles psychrotrophes présentent, aux températures de réfrigération, une courbe de croissance caractérisée par une phase de latence longue, pouvant durer plusieurs jours, et par une pente très faible au cours de la phase de croissance exponentielle, témoignant d'un allongement important du temps de génération. Plus la température est proche de la température limite inférieure de croissance et plus la multiplication est lente **(BORNERT, 2000).**

Des écarts très faibles de température peuvent avoir une incidence notable sur l'activité de la flore psychrotrophe. Ainsi, si une température de +2°C exerce un effet inhibiteur très net, une activité bactérienne très significative peut être constatée dès +4°C. Il faut aussi noter que les différentes capacités métaboliques ne subissent pas toutes une inhibition identique. Ainsi, à +4°C, les Pseudomonas ont une croissance lente mais présentent une importante activité de synthèse d'enzymes qui réalisent l'hydrolyse du substrat alimentaire **(BOURGEOIS et al., 1996).**

### V.2.2. Sensibilité à la chaleur :

Les bactéries psychrotrophes présentent une sensibilité particulière au stress «chaud», caractérisée en particulier par une température maximale de croissance inférieure à +45°C et une température létale inférieure à +50°C. On peut ainsi citer les températures limites de croissance suivantes : +35°C pour *Acinetobacter*, +40°C pour *Alcaligenes*, +43°C pour *Pseudomonas* et +45°C pour *Listeria monocytogenes* **(LARPENT, 1995).**

### V.2.3. Autres facteurs d'influence :

En ce qui concerne l'influence du pH, il faut noter que la plupart des bactéries psychrotrophes sont neutrophiles. Seules font exception à cette règle les bactéries lactiques et *Listeria monocytogenes* qui tolèrent des pH acides jusqu'à une valeur limite de 5 **(LARPENT, 1995).**

Le genre *Pseudomonas* est très exigeant en eau libre et ne se développe bien que pour des valeurs d'activité de l'eau ($a_w$) supérieures à 0,98 **(BOURGEOIS et al., 1996)**. Au contraire, Listeria monocytogenes résiste à des conditions hostiles. Elle tolère jusqu'à 10 % de chlorure de sodium **(LARPENT, 1995)** et son $a_w$ limite de croissance est de 0,86 **(BORNERT, 2000).**

Il faut enfin retenir la forte production de bactériocines par les *lactobacilles*, qui intervient dans les phénomènes de compétitions bactériennes **(BORNERT, 2000).**

Les bactéries qui se développent dans la viande, les produits carnés et d'autres aliments se répartissent en trois groupes selon l'intervalle de température propice à leur prolifération : les mésophiles, de 10 à 45°C, les psychrophiles, de 0 à 28°C, les psychrotrophes, de10 à 45°C (prolifération lente de 0 à 10°C). Alors que les bactéries mésophiles ne se multiplient pas au-dessous de10°C, les bactéries psychrotrophes, et notamment les *Pseudomonas,* prolifèrent à partir de 0°C. Plus la température d'entreposage est proche de 0°C, plus la croissance des bactéries est lente et plus la durée de conservation est prolongée **(FAO, 1994).**

# PARTIE EXPERIMENTALE

# CHAPITRE1 : MATERIEL ET METHODES

## OBJECTIFS :

Les objectifs de notre partie expérimentale sont les suivants :

- Apprécier par l'étude quantitative et qualitative de la flore de contamination superficielle d'origine bactérienne, la qualité hygiénique des carcasses de poulet de chair issues de l'abattoir ce qui nous renseignera sur les conditions d'abattage,
- Et étudier l'évolution d'une partie de cette flore de contamination lors de la conservation des carcasses à température de réfrigération.
-

## I. MATERIELS ET METHODES :

### I.1. Matériel :

#### I.1.1. Matériel biologique :

##### I.1.1.1. Présentation de l'abattoir :

Nos échantillons ont été prélevés dans un abattoir avicole qui se situe à Oued Djer, commune d'El-Affroun, wilaya de Blida. Sa capacité d'abattage est de 2000 poulets/heure et 500 dindes/ heure et sa surface totale de 27 332m$^2$. Cet abattoir est doté d'une chaîne d'abattage semi-automatique et l'abattage des volailles s'effectue en fonction de l'arrivage des lots. Il s'effectue entre 6h et 9h du matin, et à chaque fin de travail, un nettoyage quotidien est réalisé à l'aide de désinfectants. Par ailleurs, le personnel est composé d'une équipe d'environ 53 personnes qui se partagent les tâches.

En plus de la chambre froide, l'abattoir en question est divisé en plusieurs salles où se déroulent les différentes opérations d'abattage. :

- Ligne d'abattage :
    - Salle d'abattage : quai de réception cheptel vif, accrochage, laveuse de cage, saignée, échaudoir, plumeuse d'attaque, finisseuse, coupe tête.
    - Salle d'éviscération : pupitres d'éviscération, coupe cou, aspiration de poumons, traitement des abattis.
    - Salle de ressuage : ressuage et égouttage du poulet éviscéré.
    - Salle de triage : conditionnement, calibrage du poulet éviscéré, ensacheuse

- Ligne de transformation :
    - Salle de charcuterie
    - Salle de découpe
- Equipement du froid :
    - Chambres négatives :
        - ✓ Tunnel de congélation à -40°C
        - ✓ Entrepôt de conservation à -20°C
        - ✓ Chambres froides mixtes positive/négative
    - Chambres positives :
        - ✓ Chambre froide positive à 0°C
        - ✓ Chambre froide positive à +5°C
- Annexes :
    - Une station de traitement des eaux de process
    - Un atelier de traitement des déchets d'abattage (incinération)

#### I.1.1.2. Prélèvements :

Notre échantillonnage se compose de 30 prélèvements de cous de poulets de chair munis de leur peau. 15 prélèvements ont été récoltés avant l'étape du ressuage, juste après l'éviscération et 15 autres ont été recueillis juste après cette étape, dans l'atelier d'emballage.

**Figure n°2 : les prélèvements de cous de poulets de chair munis de leur peau dans des sachets Stomacher (photo personnelle).**

### I.1.2. Matériel de laboratoire :

Le matériel de laboratoire employé est représenté par le matériel nécessaire afin de réaliser une analyse microbiologique des aliments :

- Bec bunsen
- Balance électrique
- Vortex
- Agitateur vortex à plaque chauffante
- Boîtes de Pétri
- Sacs Stomacher
- Support sac Stomacher
- Broyeur type Stomacher
- Tubes à essai stériles
- Pinces
- Lames de bistouri
- Alcool
- Ph mètre portable
- Micropipette
- Embouts paille stériles
- étaleurs stériles en forme de L à bout recourbé
- Autoclave
- Incubateur à 25°C, 30°C
- Papier filtre imprégné de réactif pour la recherche de l'oxydase
- Eau peptonée tamponnée + milieu CFC+ milieu PCA
- Compteur de colonies
- Lampe UV-A (longueur d'onde 365 nm).

## I.2. Méthodes :

### I.2.1. Méthode de prélèvement :

A l'aide d'une lame de bistouri, les cous des carcasses munis de leur peau ont été découpés à 1 cm au-dessus de la clavicule, puis, placés dans des sacs Stomacher individuels. Avant chaque prélèvement, la lame de bistouri était nettoyée avec de l'alcool, et ce, afin d'éviter toute

contamination croisée. Une fois l'échantillonnage effectué de façon aseptique, tous les prélèvements ont été transportés dans une glacière jusqu'à un laboratoire étatique d'analyses alimentaires situé dans la région d'Alger.

**Figure n°3 : échantillonnage effectué de façon aseptique en coupant le cou du poulet de chair .**

### I.2.2. Méthode d'analyse bactériologique et physico-chimique :

Deux types d'analyse ont été réalisés sur chaque échantillon de cou prélevé (15 prélèvements avant ressuage et 15 autres après ressuage) :

- Une analyse bactériologique qui concerne l'étude de la flore aérobie mésophile totale et *Pseudomonas sp*.
- Et une analyse physico-chimique qui concerne l'évaluation du pH de la viande.

Il est à noter que tous les échantillons étaient conservés à +4°C, en vue de refaire les mêmes analyses au 7ème jour suivant l'abattage des sujets.

### I.2.2.1. Préparation des milieux de culture :

Les milieux utilisés ainsi que leur préparation sont résumés dans les points suivants :

- Eau peptonée tamponnée (EPT) (Ph. Eur) : dissoudre 16,1 g de milieu déshydraté dans 1 litre d'eau distillé. Puis, leur rajouter 09 g de tryptone et homogénéiser le tout sur une plaque chauffante dotée d'un agitateur.

- Gélose P.C.A (Plat Count Agar) : dissoudre 23,5 g de poudre dans 1 litre d'eau distillé et ramener le mélange à ébullition sur un agitateur magnétique chauffant jusqu'à ce que la gélose devienne homogène.

- Gélose CFC (Céphalosparine / Fucidine / Cetrimide) [Pseudomonas Selective Agar]: dissoudre 45,3g de poudre dans 1 litre d'eau distillé et ajouter 10 ml de glycérol au mélange. Ramener le tout à ébullition sur un agitateur magnétique chauffant jusqu'à dissolution complète du milieu.

Une fois les milieux préparés, les stériliser dans un autoclave à 121°C pendant 15minutes.
Dans un milieu stérile, faire couler la gélose CFC dans des boites de Pétri stériles et vides préparées et numérotées préalablement.

### I.2.2.2. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales :

La suspension mère (dilution $10^{-1}$) ainsi que les dilutions décimales ont été préparées conformément aux instructions de la norme modifiée ISO 6887-1 : 1999 :

1- Suspension mère :

Dans un champ stérile, à l'aide d'une lame de bistouri et d'une pince stériles nettoyées et passées préalablement à la flamme avant chaque utilisation, nous avons prélevé 10 g de peau de chaque cou que nous avons déposé dans un sac Stomacher, auquel nous avons rajouté 90 ml d'eau peptonée tamponnée stérile. Enfin, nous avons homogénéisé notre prise d'essai à l'aide d'un Broyeur homogénéisateur Stomacher 400 (30 cycles/mn à vitesse normale) pour obtenir la solution mère (dilution de $10^{-1}$).

2- Dilutions décimales :

Dans un champ stérile et à l'aide d'une micropipette, 1 ml de la solution mère est introduit aseptiquement dans un tube à essai stérile contenant au préalable 9 ml d'eau distillée stérile de manière à obtenir la dilution $10^{-2}$. Il est à noter que la même opération est effectuée pour obtenir les dilutions $10^{-2}$, $10^{-3}$, $10^{-4}$ et $10^{-5}$.

3- Après chaque pesée de peau de cou, l'échantillon est rapidement remis dans son sac stomacher et introduit dans la glacière puis dans un réfrigérateur à +4°C pour une autre analyse au 7ème jour.

### I.2.2.3. Méthode d'analyse bactériologique :

Le but des techniques de numération ou dénombrement est de déterminer la concentration en bactéries contenues dans une préparation initiale.

Les micro-organismes recherchés et dénombrés sont :

- La flore aérobie totale à 30°C ;
- *Pseudomonas* sp.

1. **A J1 :**
   - **Dénombrement en profondeur de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) à 30°C (Norme ISO 4833) :**

     - Transférer aseptiquement, à l'aide d'une micropipette, 1 ml de la suspension mère de l'échantillon, dans une boîte de Pétri stérile, préalablement préparée et numérotée pour cet usage ;
     - Procéder de la même façon pour les dilutions décimales successives (de $10^{-2}$ à $10^{-5}$) ;
     - Couler dans chacune des boîtes de Pétri, environ 15 ml de gélose PCA préalablement refroidie (environ 45°C). Puis, mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum, en réalisant des mouvements circulaires.
     - Laisser le mélange se solidifier sur une paillasse fraîche et horizontale ;
     - Retourner les boîtes ainsi préparées puis les incuber à 30°C pendant 72h ;
     - Après incubation, procéder à la lecture et à l'interprétation des résultats :

Dénombrer les colonies de deux boîtes de dilutions successives présentant entre 15 et 300 colonies par boîte à l'aide d'un compteur de colonies (Stuart™ Scientific colony counter) ;

Ne prendre en considération que les colonies blanchâtres, lenticulaires et en tête d'épingle ayant poussé en profondeur dans la gélose.

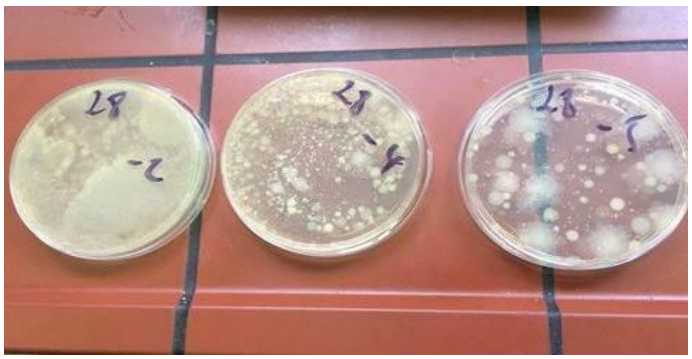


**Figure n°4 : colonies de FAMT poussées dans la gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J1).**

- **Dénombrement des Pseudomonas spp. (Norme : NF V04-504 modifiée) :**

  - Dénombrement en surface :
  - A l'aide d'une micropipette, déposer aseptiquement 0,1 ml de la suspension mère sur la surface d'une gélose CFC stérile préalablement coulées, gélifiée et séchée ;
  - Etaler l'inoculum de façon homogène en prenant soin de couvrir toute la surface de la gélose à l'aide d'un étaleur stérile en forme de L et à bout recourbé ;
  - Procéder de la même façon pour les dilutions décimales successives (de $10^{-2}$ à $10^{-8}$) ;
  - Mettre les géloses à incuber (couvercles en bas) dans un incubateur réglé à 25°C pendant 48h ;
  - Après incubation, procéder à la lecture et à l'interprétation des résultats obtenus :

A l'aide d'un compteur de colonies (Stuart™ Scientific colony counter), compter les colonies ayant poussé en profondeur dans deux boîtes de dilutions successives dont le nombre se situe entre 15 et 300.

Appliquer la même formule que celle qui a décrite pour le dénombrement de la FAMT ;

Le résultat s'exprime en UFC par gramme d'aliment.

**Figure n°5 : Dénombrement des colonies à l'aide d'un compteur de colonies (Stuart™ Scientific colony counter).**

- Test de confirmation :

À l'aide d'inoculateurs stériles à usage unique, prélever 5 colonies bien isolées de chaque boîte préalablement ensemencée et incubée. Puis, déposer chaque colonie prélevée sur un papier filtre imprégné du réactif pour la recherche de l'oxydase :

- Apparition d'une couleur violette dans les 10 secondes : test positif ;
- Absence d'une couleur violette dans les 10 secondes : test négatif.

**Figure n°6 : Test de confirmation pour *Pseudomonas sp*. positif en utilisant un papier filtre imprégné du réactif pour la recherche d'oxydase.**

Si au moins 80% des colonies sélectionnées sont oxydase +, prendre comme nombre de *Pseudomonas*, sur les boites, le nombre total de colonies comptées après incubation. Sinon, calculer le nombre de colonies de *Pseudomonas* sur les boites en effectuant une règle de trois.

**2. A J7 :**

A partir des échantillons réfrigérés à +4°C, le dénombrement des germes étudiés (FAMT et *Pseudomonas* sp.) ainsi que la mesure du pH de la viande sont refaits à $J_7$. Il est à noter que nous avons employé les mêmes méthodes que celles qui ont été utilisées à $J_1$.

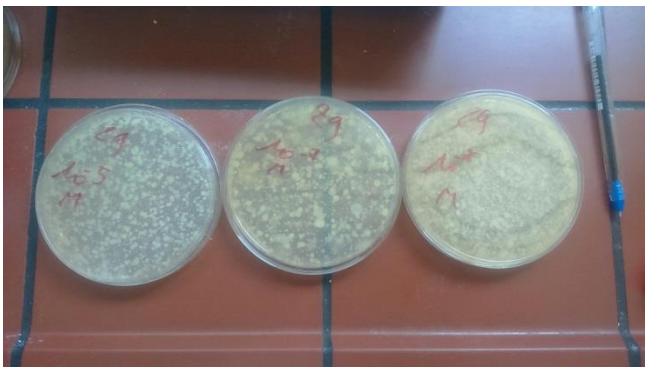


**Figure n°7 : colonies de FAMT poussées dans la gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J7).**

- **Test de la fluorescence :**

Le test de la fluorescence est réalisé à l'aide de la lampe UV-A (longueur d'onde 365 nm) :

- Apparition de colonies fluorescentes de *Pseudomonas*: test positif : présence de Pseudomonas fluorescents.
- Absence de colonies fluorescentes de *Pseudomonas*: test négatif : absence de Pseudomonas fluorescents.

### 3. Lecture et interprétation :

La lecture et l'interprétation sont faites selon la Norme Française **XP V08-102** :

- Retenir les boîtes de deux dilutions successives comprenant entre 15 et 300 colonies.
- Le nombre **N** de microorganismes dénombrés par gramme est calculé à l'aide de l'équation suivante:

$$N = \frac{\sum C}{(1.1)d}$$

N : nombre d'UFC par gramme de produit initial

$\sum$ C : la somme des colonies comptées sur les deux boites retenues

d : taux de dilution correspondant à la première dilution

- Le résultat final de microorganismes dénombrés par g est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par $10^n$ où n est la puissance appropriée de 10. Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule selon la règle suivante :
- Si le chiffre après la virgule est inférieur à 5 : le chiffre précédent ne change pas.
- Si le chiffre après la virgule est supérieur à 5 : le chiffre précédent est augmenté d'une unité

- Si le chiffre après la virgule est égal à 5 : arrondir le chiffre précédent au chiffre entier le plus proche.
- Le résultat s'exprime en UFC (Unité Formant Colonie) par gramme d'aliment.

### I.2.2.4. Méthode d'analyse physico-chimique :

- **Mesure du pH :**

A l'aide d'un testeur de pH spécial viande (pH-mètre) muni d'une lame pour pénétration de la viande (lame en acier inoxydable tranchante et amovible), nous mesurons le pH de chaque échantillon en enfonçant la lame dans la viande jusqu'au contact de l'électrode pH avec la viande. Nous procédons, par la suite, à la lecture du résultat sur l'écran du testeur pH.

### I.2.3. Méthode d'analyse statistique :

Le test statistique employé a été réalisé à l'aide du logiciel Excel 2010 (Microsoft). Il concerne le test de comparaison de Khi-deux ($\chi^2$) avec un risque $\alpha$ fixé à 5%. La différence est considérée comme significative si la probabilité (p) est inférieure ou égale au risque $\alpha$ ($P \leq 0,05$). Dans le cas contraire, la différence est considérée comme non significative ($P > 0,05$).

# CHAPITRE II : RESULTATS

## II. Résultats

### II.1. Résultats globaux

#### II.1.1. Niveau de contamination à J1 :

##### II.1.1.1. Avant ressuage :

Les résultats obtenus avant ressuage sont notés dans les points suivants :

- Le pH de la viande est compris entre 6,27 et 6,87 ;
- Le nombre d'UFC de la FAMT (flore aérobie mésophile totale) par g se situe entre $5{,}5.10^5$ UFC/g et $2{,}96.10^7$ UFC/g. Par ailleurs, 2 échantillons/15 étaient indénombrables à la dilution $10^{-5}$.
- Pour les *Pseudomonas spp.* le nombre d'UFC par g varie de $4{,}20.10^4$ UFC/g à $2{,}30.10^5$ UFC/g. En outre, 5 échantillons /15 étaient indénombrables à la dilution $10^{-2}$.

##### II.1.1.2. Après ressuage :

Les résultats obtenus après ressuage sont rapportés ci-dessous :

- Le pH de la viande est compris entre 6,30 et 6,59 ;
- Le nombre d'UFC de la FAMT par g est compris entre $1{,}15.10^6$ UFC/g et $1{,}29.10^7$ UFC/g. par ailleurs, sur les 15 échantillons testés, 1 était indénombrable à la dilution $10^{-5}$.
- Pour les *Pseudomonas spp.* le nombre d'UFC/g se situe entre $2{,}00.10^3$ UFC/g et $2{,}20.10^4$ UFC/g. En outre, un échantillon était indénombrable à la dilution $10^{-2}$.

#### II.1.2. Niveau de contamination à J7 :

##### II.1.2.1. Avant ressuage :

A J7, les résultats obtenus avant ressuage sont :

- Le pH de la viande est compris entre 6,84 et 7,49 ;
- Pour la FAMT, le nombre d'UFC de la FAMT par g se situe entre $1{,}96.10^7$ UFC/g et $2{,}40.10^9$ UFC/g. sur les 15 échantillons testés, 1 seul était indénombrable à la dilution $10^{-7}$.
- Pour les *Pseudomonas* spp., le nombre d'UFC/g varie entre $1{,}45.10^7$ UFC/g et $2{,}82.10^7$ UFC/g.

### II.1.2.2. Après ressuage :

Les résultats obtenus après ressuage sont notés dans les points suivants :

- Le pH de la viande est compris entre 6,35 et 7,82 ;
- Le nombre d'UFC de la FAMT par g se situe entre $1,28.10^7$UFC/g et $5,90.10^8$ UFC/g. Par ailleurs, 2 échantillons/15 étaient indénombrables à la dilution$10^{-7}$
- Pour les *Pseudomonas* spp., le nombre d'UFC/g varie de $1,11.10^6$ UFC/g à $1,44.10^7$ UFC/g.

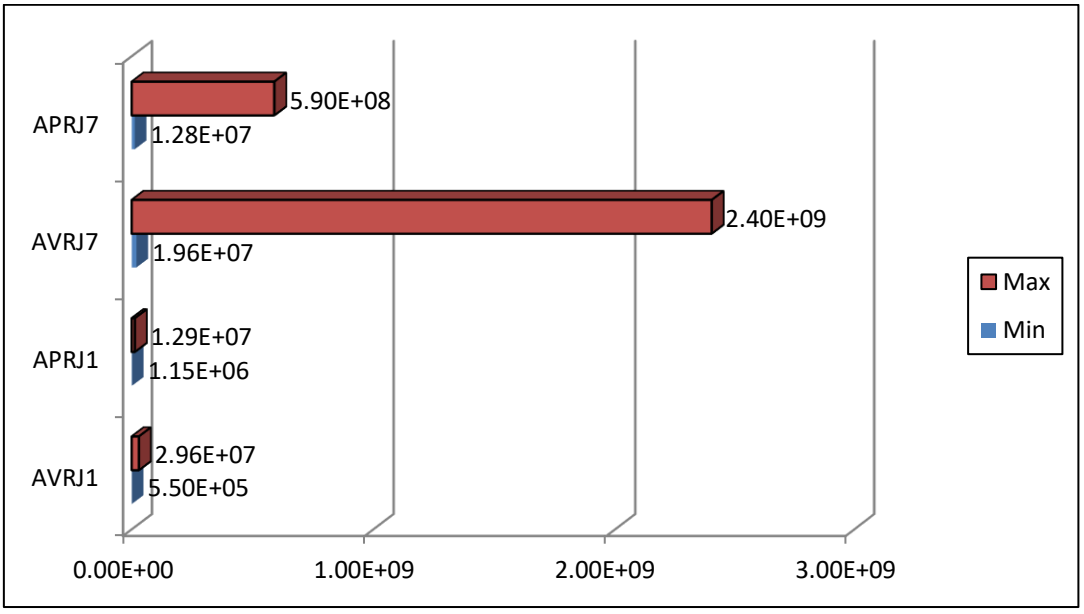
Tous les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 8 et les figures 8, 9, 10.

**Tableau n°8: Résultats globaux de l'analyse bactériologique (FAMT et les *Pseudomonas* spp.) et physico-chimique (pH) avant et après ressuage à $J_1$ et à $J_7$.**

| N° de l'échantillon | 1e jour | 7e jour | 1e jour | 7e jour | 1e jour | 7e jour |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PH | | FAMT (UFC/g) | | Pseudomonas spp. (UFC/g) | |
| Avant ressuage | | | | | | |
| 1 | 6,35 | 7,22 | $1,86.10^7$ | $5,00.10^8$ | $1,30.10^5$ | $2,14.10^7$ |
| 2 | 6,45 | 7,20 | Ind. | $4,20.10^8$ | $2,30.10^5$ | $2,05.10^7$ |
| 3 | 6,60 | 7,49 | $2,40.10^7$ | $4,30.10^8$ | Ind. | $1,98.10^7$ |
| 4 | 6,43 | 7,33 | $1,20.10^7$ | $3,20.10^8$ | $5,00.10^4$ | $1,45.10^7$ |
| 5 | 6,41 | 6,96 | $8,40.10^6$ | $4,30.10^8$ | Ind. | $1,70.10^7$ |
| 6 | 6,87 | 6,96 | $2,52.10^7$ | $6,20.10^8$ | $1,26.10^5$ | $2,82.10^7$ |
| 7 | 6,33 | 6,85 | $2,90.10^7$ | $3,70.10^8$ | $1,28.10^5$ | $2,60.10^7$ |
| 8 | 6,31 | 6,89 | $5,50.10^5$ | Ind. | $1,30.10^5$ | $1,65.10^7$ |
| 9 | 6,58 | 6,90 | $6,30.10^6$ | $7,10.10^8$ | $8,50.10^4$ | $1,85.10^7$ |
| 10 | 6,48 | 7,02 | Ind. | $3,20.10^8$ | $9,50.10^4$ | $2,20.10^7$ |
| 11 | 6,32 | 7,11 | $1,72.10^7$ | $3,90.10^8$ | $7,30.10^4$ | $2,15.10^7$ |
| 12 | 6,44 | 6,84 | $1,48.10^7$ | $1,96.10^7$ | Ind. | $1,85.10^7$ |
| 13 | 6,68 | 6,84 | $1,49.10^7$ | $2,40.10^9$ | Ind. | $2,00.10^7$ |
| 14 | 6,27 | 6,84 | $2,96.10^7$ | $4,80.10^8$ | $4,20.10^4$ | $1,92.10^7$ |
| 15 | 6,51 | 6,97 | $8,00.10^6$ | $3,30.10^8$ | Ind. | $1,70.10^7$ |

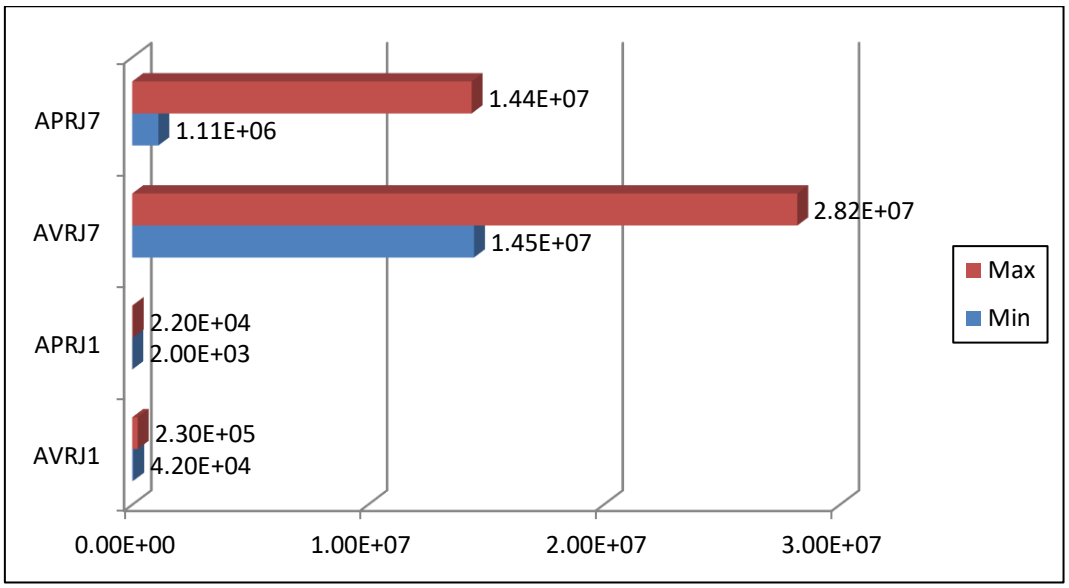
| Après ressuage | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **6,59** | **7,09** | **$7,80.10^6$** | **$3,10.10^8$** | **$9,00.10^3$** | **$8,80.10^6$** |
| **2** | **6,53** | **7,14** | **$1,29.10^7$** | **$1,76.10^7$** | **$6,70.10^3$** | **$6,30.10^6$** |
| **3** | **6,42** | **6,90** | **Ind.** | **Ind.** | **$2,00.10^3$** | **$5,20.10^6$** |
| **4** | **6,37** | **6,81** | **$5,10.10^6$** | **Ind.** | **$2,10.10^3$** | **$1,08.10^7$** |
| **5** | **6,46** | **7,06** | **$3,60.10^6$** | **$1,28.10^7$** | **$2,70.10^3$** | **$9,80.10^6$** |
| **6** | **6,50** | **7,34** | **$5,00.10^6$** | **$5,00.10^8$** | **$5,00.10^3$** | **$1,10.10^7$** |
| **7** | **6,58** | **7,82** | **$2,40.10^6$** | **$5,70.10^8$** | **$9,30.10^3$** | **$9,60.10^6$** |
| **8** | **6,42** | **6,55** | **$1,24.10^6$** | **$5,90.10^8$** | **$1,50.10^4$** | **$8,20.10^6$** |
| **9** | **6,30** | **7,31** | **$1,15.10^6$** | **$4,10.10^8$** | **$2,20.10^4$** | **$1,44.10^7$** |
| **10** | **6,51** | **7,37** | **$5,70.10^6$** | **$5,00.10^8$** | **$6,20.10^3$** | **$4,50.10^6$** |
| **11** | **6,46** | **7,21** | **$4,20.10^6$** | **$4,40.10^8$** | **$8,10.10^3$** | **$9,50.10^6$** |
| **12** | **6,44** | **6,93** | **$6,20.10^6$** | **$2,20.10^8$** | **$1,30.10^4$** | **$5,90.10^6$** |
| **13** | **6,35** | **6,57** | **$6,90.10^6$** | **$3,20.10^8$** | **$9,00.10^3$** | **$1,11.10^6$** |
| **14** | **6,42** | **6,89** | **$1,54.10^6$** | **Ind.** | **$5,30.10^3$** | **$6,50.10^6$** |
| **15** | **6,35** | **6,86** | **$5,40.10^6$** | **$2,70.10^8$** | **Ind.** | **$1.10.10^7$** |

**FAMT :** flore aérobie mésophile totale ; **g :** gramme ; **UFC :** Unité Formant Colonie ; **Ind :** indénombrable ([>300 UFC à $10^{-5}$ pour la FAMT au 1e jour ; <15 UFC à $10^{-7}$ pour la FAMT au 7e jour] ; [>300 UFC à $10^{-2}$ pour les Pseudomonas spp. au 1e jour]).



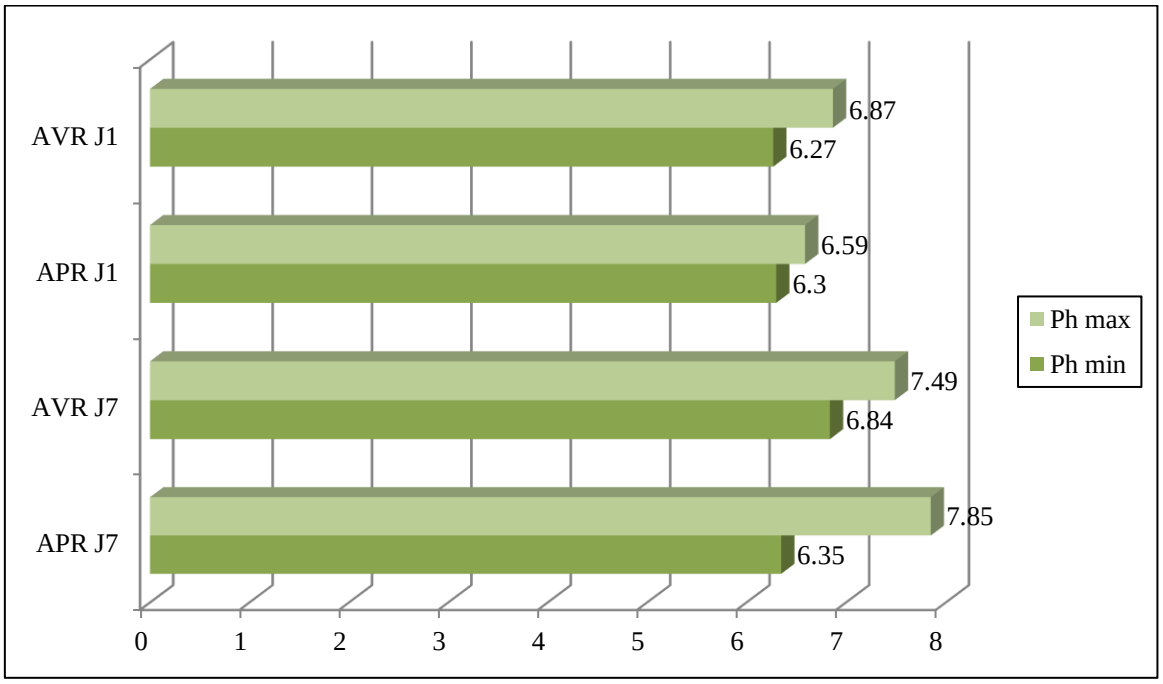

**AVR** : avant ressuage ; **APR :** après ressuage ; **$J_1$ :** premier jour d'abattage ; **$J_7$ :** septième jour de réfrigération à +4°C.

**Figure n°8 : Variation du nombre d'UFC de la FAMT (valeurs minimale et maximale) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C.**




**AVR** : avant ressuage ; **APR :** après ressuage ; **$J_1$ :** premier jour d'abattage ; **$J_7$ :** septième jour de réfrigération à +4°C.

**Figure n°9 : Variation du nombre d'UFC des *Pseudomonas* spp. (valeurs minimale et maximale) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C.**




**AVR** : avant ressuage ; **APR :** après ressuage ; **$J_1$ :** premier jour d'abattage ; **$J_7$ :** septième jour de réfrigération à +4°C.

**Figure n°10 : Variation du pH (pH minimum et pH maximum) entre le 1er jour d'abattage et le 7ème jour de réfrigération à +4°C.**

### II.2. Prévalence de la FAMT et des *Pseudomonas sp.* :

En termes de pourcentage :

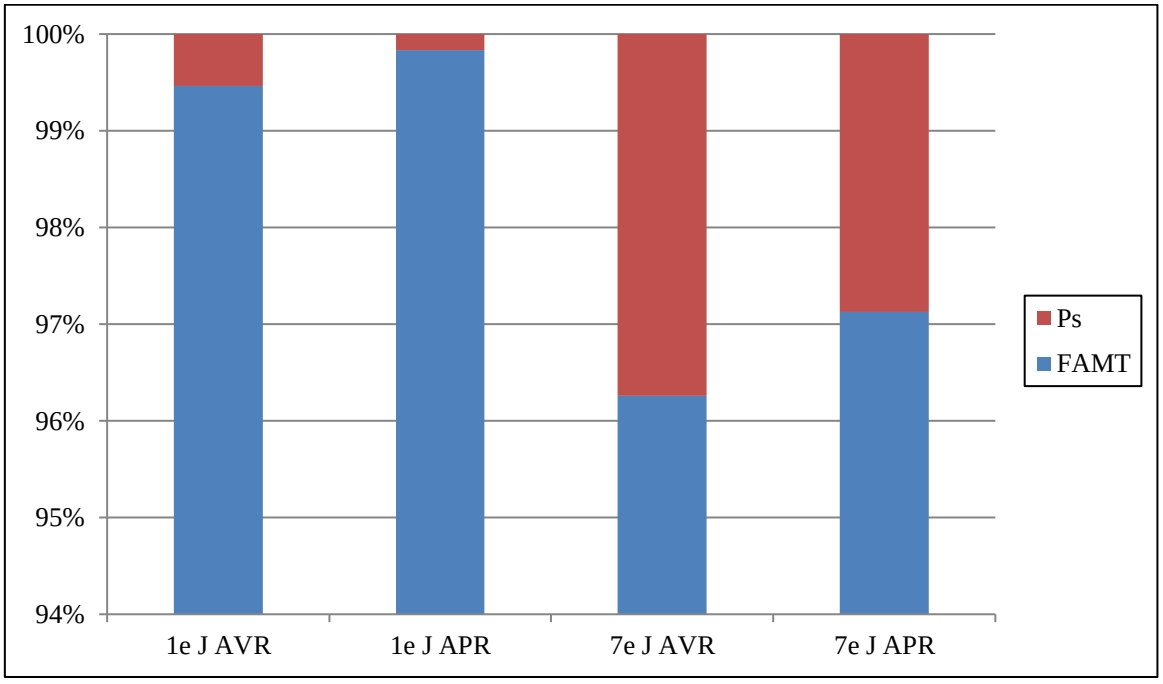
#### II.2.1. Au premier jour (jour de l'abattage) :

- Avant ressuage : *Pseudomonas sp.* représente 0,5% de la flore aérobie mésophile totale.
- Après ressuage : *Pseudomonas sp.* représente 0,2% de la flore aérobie mésophile totale.

#### II.2.2. Au septième jour après réfrigération à +4°C :

- Avant ressuage : *Pseudomonas spp.* représente 3,7% de la flore aérobie mésophile totale.
- Après ressuage : *Pseudomonas spp.* représente 2,8% de la flore aérobie mésophile totale.

Nos résultats sont représentés dans la figure 11.




**FAMT :** Flore Aérobie Mésophile Totale ; **Ps :** *Pseudomonas* sp., **J :** jour ; **AVR :** avant ressuage ; **APR :** après ressuage.

**Figure n°11 : Prévalence des flores dénombrées des 30 échantillons au 1e jour d'abattage et au 7e jour de réfrigération à +4°C.**

**II.3. Test de fluorescence (*Pseudomonas sp.*):**

- Nous avons a eu des colonies qui sont fluorescentes lorsqu'elles sont exposées à une lumière UV ce qui montre la présence d'une substance fluorescente caractéristique de quelques espèces de Pseudomonas fluorescents comme : *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*….
- Nous avons eu d'autres colonies qui ne sont pas fluorescentes lorsqu'elles sont exposées à une lumière UV ce qui montre l'absence de cette substance fluorescente et donc l'absence des Pseudomonas fluorescents qui produisent cette substance.

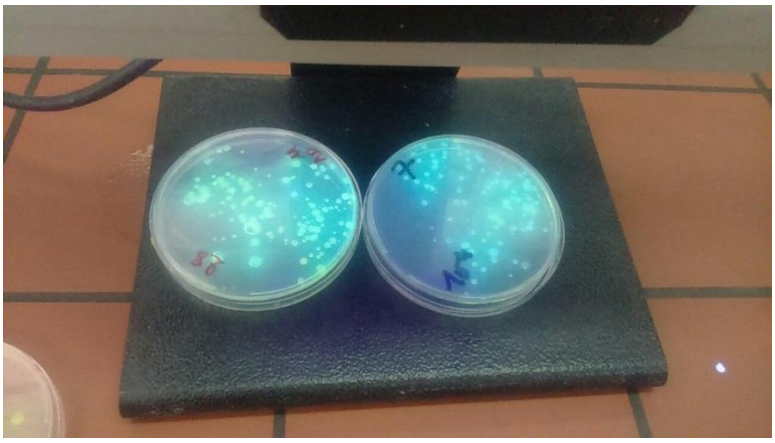


**Figure n°12 : Test de fluorescence positif sur des colonies de *Pseudomonas sp.* exposées à une lumière UV sur les 02 boites de Pétri.**

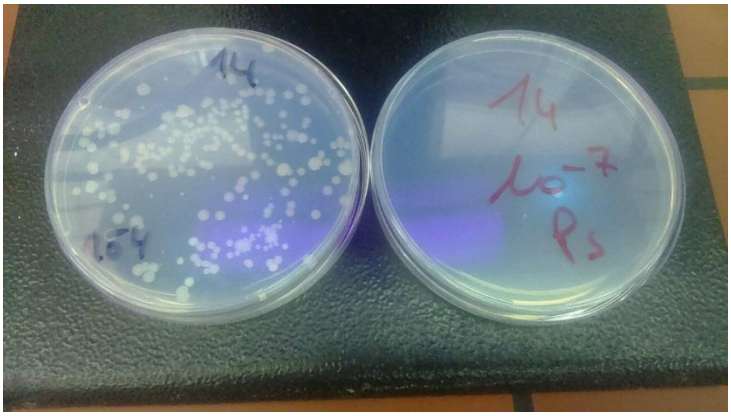



**Figure n°13 : Test de fluorescence négatif sur les colonies dans la boite se trouvant à gauche et positif sur la colonie de *Pseudomonas sp.* dans la boite se trouvant à droite.**

### II.4. La flore fongique :

Nous constatons la présence d'une flore fongique qui a poussée sur les 02 géloses utilisées (PCA et CFC) à J1 comme à J7.

**Figure n°14 : Flore fongique poussée sur gélose CFC avec des colonies de *Pseudomonas sp.***

# CHAPITRE III : DISCUSSION

## III. DISCUSSION :

### III.1. Choix de l'étude :

La peau des animaux possède une flore normale bien établie et stable. Elle véhicule également un grand nombre de contaminants, particulièrement sur les pattes, les poils et les plumes. Ces contaminants proviennent du sol, des matières fécales, de l'eau, de l'air, de la nourriture, des insectes et des rongeurs **(ANONYME 3).**

La microbiologie de la viande rouge et celle de la viande blanche est généralement la même, la différence qu'on constate est le plus liée aux conditions d'abattage, de transformation, de transport et de conservation.

Lorsque les conditions le permettent, on a une prolifération de bactéries, de levures et de champignons sur les denrées alimentaires. En limitant cette prolifération on peut :

- Prolonger la durée de conservation de l'aliment,
- Réduire le risque de toxi-infections alimentaires.

La composition de la microflore va changer durant le stockage, seuls quelques contaminants présents dans la denrée alimentaire vont survivre et se multiplier. Les conditions de stockage vont influencer les types de microbes qui vont se multiplier et vont déterminer la rapidité de cette prolifération.

### III.2. Analyse bactériologique et physico-chimique :

#### III.2.1. FAMT

La flore aérobie mésophile totale regroupe les germes qui se développent à une température optimale de 30°C. Elle ne présente pas nécessairement un risque potentiel pour la santé humaine. Cependant, elle peut être témoin d'une mauvaise condition d'hygiène et pourrait entraîner une altération rapide du produit.

#### III.2.1.1. J1 :

Avant le ressuage, le nombre maximal de colonies est de $2,96.10^7$ UFC/g tandis qu'après le ressuage, le nombre maximal de colonies est de $1,29.10^7$ UFC/g. On constate que la différence entre ces deux valeurs est statistiquement non significative ($P > 0,05$).

#### III.2.1.2. J7 :

Avant le ressuage, le nombre maximal de colonies est de $2,40.10^9$ UFC/g alors qu'il est de $5,90.10^8$ UFC/g après ressuage. On constate que la différence est statistiquement significative entre ces deux résultats ($P < 0,05$).

Au 7ème jour, il y a eu une augmentation du nombre de la FAMT que ce soit avant ou après ressuage ($P < 0,05$). De plus, cette flore a proliféré beaucoup plus dans les prélèvements issus avant ressuage que dans les prélèvements récoltés après ressuage ($P < 0,05$).

Cette constatation nous pousse à dire qu'il y a eu une importante multiplication de cette flore au 7ème jour de la conservation, et ce, même à +4°C. Cette prolifération à l'état réfrigéré est le résultat d'une contamination initiale élevée au niveau de la peau du cou. Néanmoins, le ressuage a permis de diminuer un peu cette charge bactérienne, et donc la prolifération bactérienne.

### III.2.2. *Pseudomonas sp.* :

Le genre *Pseudomonas*, de la famille des Pseudomonadaceae, regroupe des bactéries mobiles aérobies gram négatif, les *Pseudomonas* sont ubiquitaires dans l'environnement, donc il est impossible pour nous de prévenir une exposition à ces germes. Ces bactéries peuvent produire des pigments, tels que :

- La pyoverdine (pigment jaune-vert fluorescent) qui est mise en évidence dans le milieu de King B.
- La pyocyanine (pigment bleu) qui est mise en évidence dans le milieu de King A.

Pour les produits conservés au froid, les altérations sont naturellement dues aux germes psychrotrophes dont les Pseudomonas qu'on a étudiés dans ce travail.

#### III.2.2.1. A J1 :

Avant le ressuage, le nombre maximal des *Pseudomonas* était de $2{,}30.10^5$ UFC/g (0,5 % de la FAMT) alors qu'il était de $2{,}20.10^4$ UFC/g (0,2% de la FAMT) après ressuage. La différence entre ces deux valeurs est statistiquement significative ($P < 0{,}05$). Ainsi, nous constatons que le nombre des *Pseudomonas* a nettement baissé après ressuage.

#### III.2.2.2. A J7 :

Avant l'étape du ressuage, le nombre maximal de colonies est de $2{,}82.10^7$ UFC/g (3,7% de la FAMT). Après ressuage, le nombre maximal de colonies est de $1{,}44.10^7$ UFC/g (2.8% de la FAMT). Nos résultats indiquent que la différence entre ces deux valeurs est statistiquement non significative ($P > 0{,}05$). De ce fait, il n'y a pas eu une grande variation de la prolifération bactérienne avant et après le ressuage.

De plus, il est à noter qu'entre les résultats du premier jour et du septième jour de prélèvement, le nombre des *Pseudomonas spp*. a augmenté, et la différence entre ces valeur est statistiquement significative ($P < 0{,}05$). Etant donné que ce germe est psychrotrophe, les basses températures contribuent de manière significative à la prolifération des *Pseudomonas spp.*

Lorsque nous avons exposé les colonies à une lumière UV, nous avons constaté la présence de quelques colonies fluorescentes suggérant la présence d'une substance fluorescente qui est un facteur de virulence que l'on retrouve chez certaines espèces de *Pseudomonas spp*. comme *P. aeruginosa et P. fluorescens.* Cependant, on trouve également des colonies qui ne présentent pas de fluorescence. Ainsi, la fluorescence est caractéristique de l'espèce.

### III.2.3. La flore fongique :

Les champignons sont des microorganismes non photosynthétiques qui poussent comme un amas de filaments enchevêtrés et ramifiés « hyphes » appelé : mycélium.

Les formes mycéliennes sont appelées moisissures ; quelques rares types, les levures, ne forment pas de mycélium mais sont facilement reconnus comme des champignons par la nature de leur processus de reproduction sexuelle et par la présence de formes de transitions. Les champignons diffèrent des bactéries, les actinomycètes filamenteux inclus, parce qu'ils sont eucaryotiques **(JAWETZ et al., 1973).**

Les levures et les moisissures sont des micro-organismes importants dans la viande et les produits à base de viande, principalement comme organismes de décomposition et rarement comme agents d'empoisonnement des aliments. Il est important de surveiller régulièrement la présence de levures et de moisissures dans l'environnement de transformation des aliments afin de contrôler la contamination des denrées alimentaires par cette flore.

Les levures et les moisissures peuvent contaminer la viande et les produits carnés par contact avec l'Homme et les animaux, par contact avec le matériel, l'eau ou avec les ingrédients et même par une aérocontamination. **(DEVINE et DIKEMAN, 2014)**

Le dénombrement de la flore fongique se fait normalement sur un milieu gélosé au chloramphénicol après incubation de 4j à 25°C. **(DJEMALI et GUELLOUZ, 2003).**

La culture de la flore fongique se fait sur/ou dans une variété de milieux liquides et solides (agar) tels que l'eau peptonée – extrait de levure – glucose, la gélose à l'extrait de malt plus – 2% calcium carbonate, etc. **(DEVINE et DIKEMAN, 2014).**

Le dénombrement de la flore fongique se fait généralement sur gélose sabouraud au chloramphénicol, le milieu sabouraud est un milieu d'utilisation générale mais l'addition du chloramphénicol inhibe la croissance des bactéries Gram + et Gram - .

Ici on a utilisé le milieu PCA pour le dénombrement de la FAMT et le milieu CFC pour le dénombrement des Pseudomonas, ces 02 milieux de cultures semblent offrir les conditions nécessaires pour permettre la croissance de la flore fongique, l'absence d'un inhibiteur de bactéries Gram+ et Gram- ne nous permet pas d'effectuer un dénombrement de la flore fongique afin d'estimes avec exactitude le degré de contamination par cette flore, par contre, on peut dire qu'il y a éventuellement une forte contamination par la flore fongique due à son développement avec une autre flore qui est la FAMT et les *Pseudomonas* sous l'ombre d'une compétition avec ces dernières pour les nutriments.

### III. 2.3. pH :

Le pH des aliments dépend des quantités de substances acides ou basiques présentes, mais aussi de l'effet tampon du produit, lequel est surtout lié à la teneur en protéines **(ANONYME 4).** Les bactéries, d'une manière générale, se développent mieux sur des milieux dont le pH est proche de la neutralité (6 à 7,5), et vu que les produits d'origine animale ont généralement un pH voisin de la neutralité (6 à 7), ce dernier joue un rôle déterminant dans la spécificité de la flore microbienne de chaque produit.

Par ailleurs, une altération physico-chimique peut être indirectement d'origine microbienne. Ce sont souvent des activités enzymatiques sensibles au pH qui sont les facteurs limitants de la croissance microbienne.

Lors de notre étude, nous avons constaté que le pH de la denrée analysée avant ressuage était compris entre 6,27 et 6,87 à J1. Cependant, il était situé entre 6,84 et 7,49 à J7. Par ailleurs, après l'étape du ressuage, le pH est compris entre 6,30-6,59 à J1, et il est situé entre 6,35-7,82 à J7.

Après 7 jours de conservation à +4°C, nous remarquons que la valeur du pH a augmenté que ce soit avant ou après ressuage, et vu que ce pH est proche de la neutralité, il a permis la prolifération des germes étudiés qui, à leur tour, ont contribué à l'augmentation de sa valeur. Cette dernière est le résultat d'une activité enzymatique entretenue par les germes présents aboutissant à des modifications physico-chimiques. En outre, on peut voir que la variation du pH n'est pas liée au ressuage mais plutôt à la durée de stockage.

# CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

# CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

## I. CONCLUSION :

Le travail entrepris a permis d'observer la prolifération bactérienne sur la peau des cous de volaille à J1 et à J7 avant et après ressuage. Nous avons aussi évalué en parallèle le pH, un paramètre qui caractérise l'équilibre physico-chimique de toute denrée alimentaire.

Notre étude a porté sur le dénombrement des germes indicateurs de bonne pratique de fabrication (FAMT) et sur les principaux germes responsables d'altérations des denrées alimentaires qui ne sont autres que les *Pseudomonas*. Nos résultats ont indiqué qu'il y avait une charge bactérienne initiale très importante sur les cous de poulet de chair avant ($2{,}96.10^7$ UFC/g pour la FAMT ; $2{,}30.10^5$ pour *Pseudomonas spp.)* et après ressuage ($1{,}29.10^7$ pour la FAMT ; $2{,}20.10^4$ UFC/g pour *Pseudomonas spp.)* qui peut être due à de mauvaises conditions d'hygiène générale au sein de l'abattoir. C'est pour cela que certains abattoirs commencent à appliquer l'élimination des cous de poulet de chair de la consommation humaine, et nous encourageons tous les établissements d'abattage à le faire.

Nous avons également remarqués la présence d'une flore fongique.

Après réfrigération, nous avons constaté une prolifération plus ou moins importante des *Pseudomonas* ($1{,}44.10^7$ - $2{,}82.10^7$ UFC/g), ce qui est normal puisque les *Pseudomonas* sont des germes psychrotrophes (capable de survivre et de se développer au froid), donc nous avons déduit que le froid ne permet pas d'éviter une prolifération ou de supprimer une contamination ou de la réduire, mais seulement de la ralentir en prolongeant le temps de la conservation. En outre, le ressuage a permis de diminuer la charge bactérienne, surtout pour les *Pseudomonas*.

Par ailleurs, les conséquences de cette prolifération bactérienne sur les denrées alimentaires sont représentées par l'apparition du limon qui cause le poissage avec altération des caractères physico-chimiques avec augmentation progressive du pH.

La présence d'une flore fongique suggère soit une contamination lors des différents processus d'abattage soit une contamination intérieure au niveau du laboratoire ou les deux.

## II. RECOMMANDATIONS :

Afin de prolonger la durée de conservation du poulet de chair on pourrait appliquer les mesures suivantes :

- Eliminer le cou, les pattes qui sont sources majeure de contamination

- Désinfecter et entretenir le matériel et la structure de l'abattoir

- Contrôler l'aérocontamination

- Former le personnel sur la bonne conduite durant le travail au sein de l'abattoir.

- Respect de la chaîne du froid et de la température de conservation

- Diminuer la contamination croisée surtout lors de l'étape du lavage et du refroidissement en ajoutant du chlore dans l'eau qu'on utilise pour le lavage des carcasses (étape qui permet une diminution importante de la charge bactérienne déjà présente sur les carcasses), éviter également la contamination croisée lors du stockage et du transport où le risque est très élevé après lavage et ressuage.

- Bien nettoyer et bien désinfecter le matériel après abattage.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


1. **AKLI H., 2014 :** Contribution à l'évaluation discriminante de la qualité sensorielle des viandes bovines de la région de Tizi Ouzou. Mémoire de magister en sciences biologiques. Université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou. 67p.
2. **AMIROUCHE S., BOUSSOUF K., SEGHIR M., 2013 :** Evaluation de la contamination bactérienne du poulet de chair au niveau des points de vente dans les communes d'EL MOHAMMADIA et de BORDJ EL KIFFAN (boucherie). PFE. ENSV. 39p.
3. **ANONYME 1:** La volaille, le poulet de ferme. [en ligne] [Consulté le 05/02/2017] Disponible sur internet : http://adelirose.free.fr/dossier/savoir_choisir/volaille.htm
4. **ANONYME 2 :** Cours : croissance bactérienne. Microbiologie [en ligne] [Consulté le 14/01/2017] Disponible sur internet : http://www.ebiologie.fr/cours/s/56/croissance-bacterienne.
5. **ANONYME 3 :** Contamination et détérioration des aliments d'origine animale. [en ligne] [Consulté le 24/06/2017] Disponible sur internet : http://www.guide-des-aliments.com/dietetique/Information/Micro-organismes/BK-Produit-animal.html.
6. **ANONYME 4 :** Croissance bactérienne. Influence du pH. [en ligne] [Consulté le 24/06/2017] Disponible sur internet : https://sites.google.com/site/margotlherbettpe/c--influence-du-ph.
7. **BARNES E.M., 1976 :** Microbiological problems of poultry at refrigerator temperatures—a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 27:777–782.
8. **BARNES E.M et IMPEY C.S., 1968 :** Psychrophilic spoilage bacteria of poultry. Journal of Applied Bacteriology, 31, 97-107.
9. **BARNES E.M and THORNLEY M.J., 1966 :** The spoilage flora of eviscerated chickens stored at different temperatures. Journal of Food Technology. 1, 113-19.
10. **BAUCHART D et PICARD B., 2010 :** Muscle et viande de ruminant. Editions QUAE. 306p.
11. **BELHADJ L., 2015 :** La Bible du Halal, première édition, Editions du Moment, p11.
12. **BIANCHI V., DUPLOYEZ N., EL ANBASSI S., 2013 :** Bactériologie - virologie. Editeur: De Boeck Superieur; Collection : Prepa-Pharma. 184p.
13. **BOMMAS-EBERT U., TEUBNER P., VOSS R., 2008 :** Cours d'anatomie. Premier cycle des études médicales. Bruxelles De Boeck. 312-313p.
14. **BORNERT G., 2000 :** Importance des bactéries psychrotophes en hygiène des denrées alimentaires. Revue de Médecine Vétérinaire, 2000, 151, 11, 1003-1010.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


15. **BOUKHRIS H., 2011 :** Influence de la substitution du tourteau de soja par la féverole sur les performances zootechniques et les qualités des carcasses et des viandes des agneaux en croissance. Mémoire de Master. Institut National Agronomique de Tunis. Université de Carthage. TUNIS. 203p.
16. **BOURGEOIS C., MESCLE J-F. et ZUCCA J., 1996 :** Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, 672 pages, Lavoisier Editeur, Paris, 1996.
17. **BUNCIC S., 2006 :** Integrated food safety and veterinary public health. Wallingford, UK ; Cambridge, MA : CABI Pub.416p.
18. **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'Elevage et Qualité, p 12, 58.
19. **CATTEAU M., 1999 :** Pathogènes rencontrés lors de la conservation par le froid. In : La microbiologie prévisionnelle appliquée à la conservation des aliments réfrigérés, 333 pages, Office des publications officielles des Communautés européennes Editeur, Luxembourg, 1999.
20. **COUVEZ P., 2005 :** Transformation carnée à la ferme : connaitre les différents process de fabrication. Educagri éditions. Dijon. 247p.
21. **COUVEZ P., DELBOS E., FAURE J., FRASSETTO F., 2010 :** Transformation carnée à la ferme: Connaître la législation et organiser son atelier. Educagri Editions. 203p.
22. **DENNAI N., KHARRATI B., EL YACHIOUI M., 2001 :** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraichement abattus. Annale de Médecine Vétérinaire, 2001, 145, 270-274.
23. **DEVINE C., DIKEMAN M., 2014 :** Encyclopedia of Meat Sciences. Publisher: Elsevier Science & Technology. 1712p.
24. **DJEMALI M., GUELLOUZ M., 2003 :** Les filières lait en Méditerranée : enjeux pour un futur durable = Prospects for a sustainable dairy sector in the Mediterranean. Pays-Bas : Wageningen Academic Publishers. 440 p.
25. **DUMONT B.L., 1982 :** Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande fraiche. Hygiène et technologie de la viande fraiche. Ed. CNRS. 155-160.
26. **DUPIN H., CUQ J-L., MALEWIAK M-I., LEYNAUD-ROUAUD C., BERTHIER A-M. ; 1992 :** Alimentation et nutrition humaines. ESF Éditeur. 1533p.
27. **FLANDROIS J-P., 1997 :** Bactériologie médicale. Éditeur : Presses Universitaires Lyon. 309p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


28. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1994 :** Abattage, découpe de la viande et traitement ultérieur. Volume 91 de Etude FAO, production et santé animale. Publisher: Rome : FAO. 186p.
29. **FORSYTHE S-J et HAYES P-R., 1998 :** Food Hygiene, Microbiology and HACCP. 3rd Edition. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 434-449p.
30. **FOURNAUD J., 1982 :** Types de germes rencontrés aux différents stades de la filière. Hygiène et Technologie de la viande fraiche. Ed. C.N.R.S. 109-131p.
31. **GABRIEL I., MALLET S., LESSIRE M., 2003 :** La microflore digestive : une composante oubliée de la nutrition des volailles. Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole. France. [en ligne] [Consulté le 14/01/2017] Disponible sur internet : http://www.journees-de-la-recherche-cunicole.org/PDF/S-GABRIEL.pdf.
32. **GARRY P. et GUERN L., 1999 :** Les bactéries lactiques. Bull. Liaison CTSCCV, 1999, 9, 6, 423-429.
33. **GILL C. et NEWTON K., 1977 :** The development of aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperature. Journal of Applied Bacteriology, 1977, 43, 189-195.
34. **GOUDIABY., 2005 :** Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. P5.
35. **GUIRAUD J-P., 2012 :** Microbiologie alimentaire. Collection industries agroalimentaires. Editeur DUNOD, Paris, 1998. 696p.
36. **HAMITOUCHE A., 2011 :** Etude du niveau des contaminants bactériens (critères d'hygiène) des poulets de chair au niveau des commerces dans la région d'Alger. PFE. ENSV. 36-37p.
37. **HAMMOUDI M et RIAD A., 2013 :** Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne des carcasses camélines au niveau de l'abattoir de OUARGLA. Mémoire de Master académique. Université KASDI MERBAH – OUARGLA. 41p.
38. **HARKATI A., 2007 :** Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle. Mémoire de magister en sciences alimentaires option Biochimie et Technologies alimentaires. Université Mentouri CONSTANTINE. 77p.
39. **HEIJNEN C., VAN DEN BOOGAARD B., MAAS-VAN BERKEL B., 2005 :** La conservation du poisson et de la viande. Publisher, Agromisa Foundation. 90p.
40. **HOBBS B.C et GILBERT R.J., 1978 :** Food poisoning and food hygiene, fourth edition, Edward Arnold, 366p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


41. **HUART A., et BISIMWA C., 2003 :** Technologie Post-Récolte. Élevage et pêche. Centre agronomique et Vétérinaire tropical de Kinshasa. Eco congo [en ligne] [Consulté le 05/02/2017] Disponible sur internet : http://www.ecocongo.cd/en/system/files/f-ep-a5-14_0.pdf.
42. **JACQUOT M., FAGOT P., VOILLEY A., 2011 :** La couleur des aliments. De la théorie à la pratique. Editions Tec & Doc – Lavoisier Collection Sciences et techniques agroalimentaires. 472p.
43. **JAWETZ E., MELNICK J.L., ADELBERG E.A., 1973 :** Microbiologie médicale. Publisher, Les Presses de l'Université Laval. 636p.
44. **JAY J.-M., 2000 :** Modern Food Microbiology. 6th ed. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 720p.
45. **Journal officiel de l'Union européenne**, Position commune (CE) n° 2/2004 du 27 octobre 2003 arrêtée par le Conseil, statuant conformément à la procédure visée à l'article 251 du traité instituant la Communauté européenne, en vue de l'adoption d'un règlement du Parlement européen et du Conseil fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. Page 24.
46. **Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire n°35** daté du 27/05/1998 page 7 : Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1419 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 14115 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.
47. **JOURNAL OFFICIEL de la république française, 2010 :** DIRECTION DE L'INFORMATION LEGALE ET ADMINISTRATIVE (DILA). Abattage et découpe des volailles maigres (toutes espèces) Gbph N°5945. Direction des Journaux Officiels éditions. 101p.
48. **KACI A., 2001 :** Conduites des élevages du poulet de chair en Algèrie : un sous équipement chronique, Agroligne n°18, novembre-décembre 2001, p 17-19.
49. **KAWAGUCHI I., HAYASHIDANI H., KANEKO K-I., OGAWA M., BENNO Y., 1991 :** Bacterial Flora of the Respiratory Tracts in Chickens with a Particular Reference to Lactobacillus Species. Journal of Veterinary Medical Science. Japan Collection of Microorganisms, RIKEN [en ligne] [Consulté le 14/01/2017] Disponible sur internet : http://www.readcube.com/articles/10.1292/jvms.54.261.
50. **KHEIRI I., SADEDDINE B., 2009 :** L'abattage du poulet et les conduites à tenir. PFE. ENSV. 52-55p.
51. **KOTULA K.L. and PANDYA Y., 1995 :** Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. The Journal of Food Protect, 58, 1326-9.

52. **LAOUAMI S., 2012 :** Metabolism and toxinogenesis of bacillus cereus : roles of the lactate dehydrogenase A and of the redox regulator rex. Agricultural sciences. Université d'Avignon.[en ligne] [Consulté le 18/11/2017] Disponible sur internet : https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00921771 .
53. **LARPENT J-P., 1995 :** Listeria, 140 pages, Lavoisier Editeur, Paris, 1995.
54. **MCVEY S., KENNEDY M., CHENGAPPA M.-M., 2013 :** Veterinary Microbiology. 3rd ed. Published by John Wiley&Sons, Inc. 598p.
55. **MEAD G.C., 1982 :** Microbiology of Poultry and game birds. In : Meat Microbiology, Ed. M.H. Brown, London, Applied Science Publishers.
56. **MESCLE J-F., ZUCCA J., 1988 :** Le comportement des microorganismes en milieu alimentaire. Microbiologie alimentaire, tome 1, éd. Lavoisier.
57. **OUALI A., 1991 :** Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA Prod. Anim. 4 (3), 195-208.
58. **PEBRET F., 2003 :** Maladies infectieuses: toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales. Instituts de formation en soins infirmiers et professions paramédicales. Éditeur : Heures de France. 592p.
59. **QA INTERNATIONAL COLLECTIF, 1996 :** L'Encyclopédie visuelle des aliments. Éditeur : Québec Amerique. 688p.
60. **RHEZRANI M., 2013 :** Technologie professionnelle boucherie. TheBookEdition. 265p.
61. **ROSSET P., BEAUFORT A., CORNU M., POUMEYROL G., 2002 :** La chaîne du froid en agroalimentaire.Cahiers de Nutrition et de Diététique, Elsevier Masson. pp.124-130. [en ligne] [Consulté le 02/12/2017] Disponible sur internet : https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/hal-00378384 .
62. **ROSSET R., 1982 :** Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande. Hygiène et technologie des viandes fraiches. Ed. CNRS, 241-254.
63. **ROSSET R. et LEBERT F., 1982 :** Les règles d'hygiène envisageables aux différents stades de la filière viande : Principe (277-280). In : hygiène et technologie de la viande fraiche.- Paris : Ed. CNRS. 352p.
64. **ROZIER F., 1995 :** H.A.C.C.P de la théorie à quelques contraintes, 80 pages, La cuisine Collective Editeur, Paris, 1995.
65. **ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., 1985 :** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris, France, Sepaic, 230 p.
66. **SALMI-BOUKHARI B., 2011 :** Intégration de données pour la qualité de la viande chez le porc. Méta-analyse et analyse multidimensionnelle. Alimentation et Nutrition. AgroParisTech.[en ligne] [Consulté le 18/11/2017] Disponible sur internet :

https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01124045 .

67. **SCHAECHTER M., MEDOFF G., EISENSTEIN B.I., 1999 :** Microbiologie et pathologie infectieuse. Éditeur, De Boeck Supérieur. 1000p.
68. **SNEATH P., 1986:** Bergey's manual of systematic bacteriology. Second Edition. Volume One : The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria. Williams and Wilkins Editeur, Baltimore.
69. **STELLMAN J.M., 2000 :** Encyclopédie de sécurité et de santé au travail. International Labour Organization. 728p.
70. **SYGROVES M., 2003 :** Epidémiosurveillance et évolution de l'inspection sanitaire en abattoir. Thèse de doctorat. Université Claude-Bernard - Lyon I (Médecine-Pharmacie). 155p.
71. **TORTORA G.J., DERRICKSON B., FOREST M., MARTIN L., COURCHESNE M-H., EGO C., MAYER P., 2009 :** Manuel d'anatomie et de physiologie humaines. Editeur : Bruxelles : De Boeck. 824p.
72. **VALIN C., 1988 :** Différenciation du tissu musculaire. Conséquences technologiques pour la filière viande. Reproduction Nutrition Développement. pp.845-856. [en ligne] [Consulté le 16/11/2017] Disponible sur internet : https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898884 .
73. **ZAGOREC M. et CHRISTIEANS S., 2013 :** Flores protectrices pour la conservation des aliments. Éditions Quae.160p.

# ANNEXES

# ANNEXES

## I. Composition des milieux de culture :

### 1. Eau peptonée tamponnée

Dihydrogénophosphate de potassium*…….…….3,6g/l

Phosphate d'hydrogène disodique déshydraté*…….……7,2g/l

Chlorure de sodium (NaCl)……...4,3g/l

Peptone de caséine (hydrolysat pancréatique)……..1,0g/l

PH…….……..7,0±0,2

*Équivalent à phosphate 0,067 M

### 2. Plate Count Agar (PCA)

Peptone de caséine…….…….…….5g/l

Extrait de levure……2,5g/l

Glucose……...…..1g/l

Agar…….…...15g/l

Ph…….……...7,0±0,2

### 3. Gélose CFC (base)

Peptone pancréatique de gélatine…….…..16g/l

Tryptone…….……10g/l

Sulfate de potassium……..…….10g/l

Chlorure de magnésium……..…...……1,4g/l

Agar agar bactériologique…….…...…….12g/l

Cétrimide……...…..…10mg/l

Fucidine…….....…..10mg/l

Céphalosporine……..…..50mg/l

PH……...……...7,2±0,2

**Résumé :**

Le but de cette présente étude est l'évaluation du taux de contamination par les germes responsables d'altération du poulet de chair et l'évolution de cette flore à l'état réfrigéré, ici on a recherché les *Pseudomonas sp*. et la FAMT. Pour ce faire, on a prélevés 30 échantillons (15 avant et 15 après ressuage) au niveau de l'abattoir avicole de Oued Djer. Ces prélèvements ont fait l'objet d'une analyse physico-chimique et bactériologique au jour de l'abattage et au 7$^{e}$ jour de réfrigération à +4°C. Nos résultats ont indiqué qu'il y avait une charge bactérienne initiale très importante de la peau des cous de poulets de chair avant (2,96.10$^{7}$ UFC/g FAMT ; 2,30.10$^{5}$ *Pseudomonas sp.)* et après ressuage (1,29.10$^{7}$ FAMT ; 2,20.10$^{4}$ UFC/g *Pseudomonas sp.).* Après réfrigération, nous avons constaté une prolifération plus ou moins importante des Pseudomonas (1,44.10$^{7}$-2,82.10$^{7}$ UFC/g) avec augmentation du pH. Nos résultats montrent la contamination initiale importante de la peau du cou du poulet de chair, mais aussi que le froid ne permet que de ralentir la prolifération bactérienne en prolongeant le temps de la conservation. En outre, le ressuage a permis de diminuer la charge bactérienne, surtout pour les Pseudomonas.

**Mots clés :** abattoir, peau de cou, carcasse de volaille, Pseudomonas sp., FAMT, pH, ressuage, réfrigération.

**Summary :**

The aim of this study is to estimate the contamination level by the main bacteria that causes alteration of meat (Pseudomonas sp. and total mesophilic aerobic flora) and flora's evolution on the skin during refrigeration of chicken. We took 30 neck samples with their skin (15 before and 15 after airing) from the slaughterhouse in Oued Djer. These samples were subjected to physico-chemical and bacteriological analysis on the day of slaughter and on the 7$^{th}$ day of refrigeration at + 4°C. Our results indicated that there was a very high initial bacterial load before (2,96.10$^{7}$ UFC/g TMAF; 2,30.10$^{5}$ *Pseudomonas sp.)* and after airing (1,29.10$^{7}$ TMAF; 2,20.10$^{4}$ UFC/g *Pseudomonas sp.*). After refrigeration, we observed a a certain degree of proliferation of Pseudomonas (1,44.10$^{7}$-2,82.10$^{7}$ UFC/g) with pH increase. Our results show the initial significant contamination on the skin of chicken's neck, but also that the cold allows only to slow the bacterial proliferation by prolonging the time of the conservation. In addition, airing has reduced the bacterial load, especially for Pseudomonas.

**Keywords :** slaughterhouse, neck skin, poultry carcass, Pseudomonas sp., TMAF, pH, airing, refrigeration.

**الملخص**

الهدف من هذه الدراسه هوتقييم مستوى التلوث التي تسببها الميكروبات المسؤوله عن تعفن لحم الدجاج و تطور هذه الفلورا بالبراد. هنا سنبحث عن الزائفه و عن البكتيريا الهوائيه التي تتكيف مع الحراره المعتدله. للقيام بذلك، اخذنا 30 عينة 15 قبل و 15 بعد التبريد) في مسلخ الدواجن واد جر. اخضعنا هذه العينات لتحاليل فيزيوكيميائيه و بكتريولوجيه في يوم الذبح و بعد اسبوع من التبريد. أشارت النتائج التي توصلنا إليها ان هناك حموله بكتيريه اوليه مهمه جدا على جلد رقاب الدجاج اللاحم قبل و بعد التبريد. بعد التبريد، لاحظنا تكاثر مهم للزائفه مع ارتفاع الاس الهيدروجيني. نتائجنا تظهر تلوث أولي كبير على جلد رقبة الدجاج اللاحم ، و تبين ايضا ان التبريد يبطئ فقط تكاثر البكتيريا و بذلك يعمل على تمديد وقت الحفظ. بالاضافه ، التبريد ساعد في تخفيض الحموله البكتيريه خاصه المتكونه من الزائفه.

**الكلمات المفتاحيه :** مسلخ , جلد الرقبه , ذبيحه الدجاج , الزائفه , البكتيريا الهوائيه التي تنمو في درجه حراره معتدله, الاس الهيدروجيني, التبريد.