

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES DE POULET DE CHAIR A L'ETAT REFRIGERE.

Présenté par : BELMEKKI Dalel

Soutenu le : 03/07/2017

Devant le jury composé de:

- Président : Mr GOUCEM R.
- Promoteur : Mr HAMDI T.M.
- Examinatrices : M^{lle} BOUHAMED R.
M^{me} BOUAYAD L.

Maitre-assistant – Classe A (ENSV)
Professeur (ENSV)
Maitre-assistant – Classe A (ENSV)
Maitre de conférences – Classe A (ENSV)

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 su 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 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 Algérie 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 tous mes amis.

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : le degré Celsius

7^{eme} : septième

1^e : premier

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

CFC : Céphalosparine / Fucidine / Ceftriaxone

cm : centimètre

cm² : centimètre carré

EPT : eau peptonée tamponnée

FAMT : flore aérobie mésophile totale

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

O₂ : oxygène

p : probabilité

PCA : Plate Count Agar

pH : potentiel hydrogène

Ph. Eur. : European Pharmacopoeia

sp. : espèce

UFC : unités formant colonies

UV : ultraviolets

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : la flore microbienne du poulet ((MCVEY et al., 2003).....	7
Tableau n°2 : Les charges bactériennes du poulet de chair entrant les usines de transformation ((KOTULA ET PANDYA, 1995).....	8
Tableau n°3 : Classification des micro-organismes selon leur température optimale de croissance (BORNERT, 2000).....	17
Tableau n°4 : Résultats globaux de l'analyse bactériologique (FAMT et les <i>Pseudomonas spp.</i>) et physico-chimique (pH) avant et après ressuage à J ₁ et à J ₇	31

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : pH approximatifs pour certains micro-organismes d'origine alimentaire.....	13
Figure n°2 : Prélèvements de cous de poulets de chair (photo personnelle)	20
Figure n°3 : Prélèvement aseptique d'un cou de poulet de chair (photo personnelle).....	22
Figure n°4 : Colonies de la FAMT sur gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J1) (photo personnelle).	25
Figure n°5 : Dénombrement des colonies à l'aide d'un compteur de colonies (Stuart™ Scientific colony counter) (photo personnelle).....	26
Figure n°6 : Test de confirmation pour <i>Pseudomonas</i> sp. positif après utilisation d'un papier filtre imprégné d'un réactif pour la recherche de l'oxydase (photo personnelle).....	27
Figure n°7 : colonies de FAMT sur gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J7) (photo personnelle).....	28
Figure n°8 : Variation du nombre d'UFC de la FAMT (valeurs minimale et maximale) entre le 1 ^{er} jour d'abattage et le 7 ^{ème} jour de réfrigération à +4°C.....	32
Figure n°9 : Variation du nombre d'UFC des <i>Pseudomonas</i> spp. (valeurs minimale et maximale) entre le 1 ^{er} jour d'abattage et le 7 ^{ème} jour de réfrigération à +4°C.....	33
Figure n°10 : Variation du pH (pH minimum et pH maximum) entre le 1 ^{er} jour d'abattage et le 7 ^{ème} jour de réfrigération à +4°C.....	33
Figure n°11 : Prévalence des flores dénombrées des 30 échantillons au 1 ^e jour d'abattage et au 7 ^e jour de réfrigération à +4°C.....	34
Figure n°12 : Test de fluorescence positif pour des colonies de <i>Pseudomonas</i> sp. exposées à une lumière UV (photo personnelle).....	35
Figure n°13 (photo personnelle) : Test de fluorescence négatif (à gauche) et positif (à droite) pour des colonies de <i>Pseudomonas</i> sp. (photo personnelle).....	35

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

❖ GENERALITES

CHAPITRE I : ABATTAGE ET TRANSPORT DES CARCASSES.....	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.....	3
I.1.4. La saignée.....	3
I.1.5. L'échaudage.....	3
I.1.6. La plumaison.....	4
I.1.7. L'éviscération.....	4
I.1.8. Lavage.....	4
I.2. Traitement par le froid.....	4
I.3. Conditionnement et stockage.....	5
I.4. Transport.....	5

CHAPITRE II : L'ALTERATION DES CARCASSES DE VOLAILLE A L'ETAT REFRIGERE.....	6
---	---

❖ LA CONTAMINATION MICROBIENNE

CHAPITRE III : ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES.....	7
--	---

III.1. Origine endogène.....	7
III.1.1. Tube digestif.....	7

III.1.2. Les plumes et les muqueuses.....	8
III.1.3. Les voies respiratoires.....	8
III.2. Origine exogène.....	9
III.2.1. Personnel.....	9
III.2.2. Matériel et milieu.....	9
CHAPITRE IV : FACTEURS DE MULTIPLICATION DES MICROORGANISMES.....	11
IV.1. Les nutriments.....	11
IV.2. La température.....	11
IV.2.1. Psychrophiles et psychrotrophes.....	11
IV.2.2. Mésophiles.....	12
IV.2.3. Thermophiles.....	12
IV.3. L'activité de l'eau (a_w).....	12
IV.4. Le pH.....	13
IV.5. La tension d'oxygène.....	14
CHAPITRE V : CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION MICROBIENNE.....	15
V.1. Les toxi-infections alimentaires.....	15
V.2. Conséquences économiques.....	15
V.2.1. Agents d'altération des aliments.....	16
CHAPITRE VI : CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES BACTERIES	
PSYCHROTROPHES.....	17
VI.1. Classification des bactéries.....	17
VI.2. Caractéristiques physiologiques des bactéries psychrotrophes.....	18
VI.2.1. La courbe de croissance.....	18
VI.2.2. Sensibilité à la chaleur.....	18

VI.2.3. Autres facteurs d'influence.....	18
--	----

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES.....19

I.1. Matériel.....19

I.1.1. Matériel biologique.....19

I.1.1.1. Présentation de l'abattoir.....19

I.1.1.2. Prélèvements.....20

I.1.2. Matériel de laboratoire.....21

I.2. Méthodes.....21

I.2.1. Méthode de prélèvements.....21

I.2.2. Méthode d'analyse bactériologique et physico-chimique.....22

I.2.2.1. Préparation des milieux de culture.....23

I.2.2.2. Préparation de la solution mère et des dilutions décimales.....23

I.2.2.3. Méthode d'analyse bactériologique.....24

I.2.2.4. Méthode d'analyse physico-chimique.....29

I.2.3. Méthode d'analyse statistique.....29

CHAPITRE II : RESULTATS.....30

II.1. Résultats globaux.....30

II.1.1. Niveau de contamination à J1.....30

II.1.1.1. Avant ressuage.....30

II.1.1.2. Après ressuage.....30

II.1.2. Niveau de contamination à J7.....30

II.1.2.1. Avant ressuage.....30

II.1.2.2. Après ressuage.....31

II.2. Prévalence de la FAMT et des <i>Pseudomonas sp</i>	34
II.2.1. Au premier jour (jour de l'abattage).....	34
II.2.2. Au septième jour après réfrigération à +4°C.....	34
II.3. Test de fluorescence.....	35
CHAPITRE III : DISCUSSION.....	36
III.1. Choix de l'étude.....	36
III.2. Analyse bactériologique et physico-chimique.....	36
III.2.1. FAMT.....	36
III.2.1.1. A J1.....	37
III.2.1.2. A J7.....	37
III.2.2. <i>Pseudomonas sp</i>	37
III.2.2.1. A J1.....	38
III.2.2.2. A J7.....	38
III.2.3. pH.....	38
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	40
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 maîtrise 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 maîtrise 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'objectif de notre travail est double :

- 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 d'étudier l'évolution d'une partie de cette flore de contamination lors de la conservation des carcasses à température de réfrigération.

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 d'hygiène dans le poulet de chair réfrigéré et leur évolution lors de la conservation à l'état réfrigéré.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

GENERALITES

CHAPITRE I : ABATTAGE ET TRANSPORT**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 chaîne 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 chaîne 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 (**COUVEZ, 2005**).

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**).

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 (**HAMITOCHE, 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).
- Aspersión (lavage des carcasses donc possibilité d'inter-contamination par l'eau) (**AMIROUCHE et al., 2013**).

I.3. Conditionnement et stockage :

La volaille fraîchement 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**).

I.4. Transport :

Pour le transport des denrées périssables à l'état réfrigéré, des équipements / engins de transport isothermes, équipés ou non d'un dispositif thermique frigorifique ou réfrigérant doivent être employés.

Cas particuliers : A l'occasion de certains transport de denrées périssables (exemples : transport avec une distance parcourue inférieure à 80 km et sans rupture de charge, transport réalisé à l'occasion de conditions climatiques particulières rendant manifestement superflue une production de froid pendant toute la durée du transport) aucun dispositif particulier n'est exigé si ce n'est l'obligation de maintenir la température et l'hygiène de transport (parois lisses et faciles d'entretien) (**ANONYME2**)

CHAPITRE II : L'ALTERATION DES CARCASSES DE VOLAILLE A L'ETAT REFRIGERE

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à une température basse aux alentours de 0°C à +4°C. A ces températures, la vitesse de développement des microorganismes contenus dans les aliments est ralentie. La réfrigération permet donc la conservation des aliments périssables à court ou moyen terme (**ANONYME 3**).

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 apparaît 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**).

LA CONTAMINATION MICROBIENNE

CHAPITRE III : ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES

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°1 : 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 log₁₀ 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°2: Les charges bactériennes du poulet de chair entrant les usines de transformation (KOTULA ET PANDYA, 1995).

Echantillon	Log ₁₀ ufc/g			
	Compte total	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Campylobacter</i>
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 (HAMMOUDI et RIAD, 2013).

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 *Sraphylococcus 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 (MEAD, 1982).

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 5×10^3 et 1×10^5 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).

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 (A_w), 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 soufre 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**).

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).

IV.4. Le pH :

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).

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).

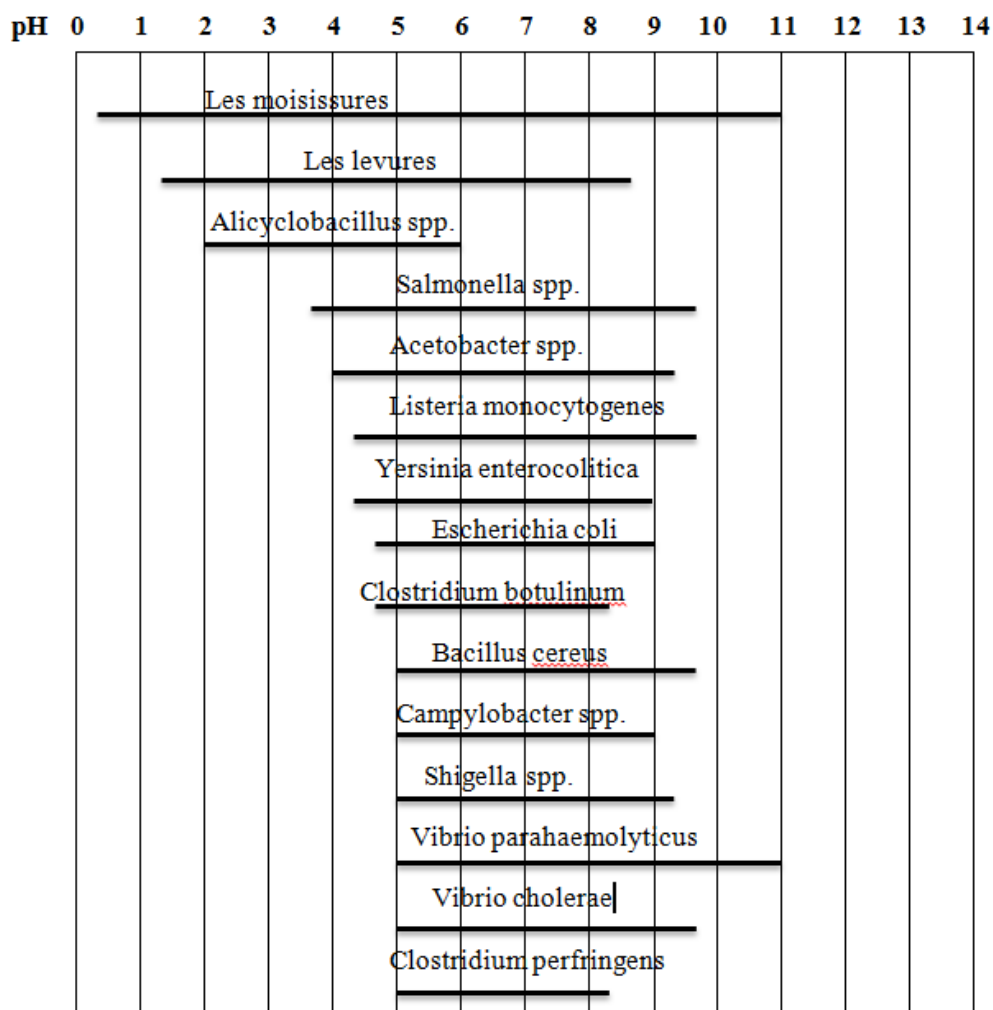


Figure n°1 : pH approximatifs pour certains micro-organismes d'origine alimentaire (JAY, 2000).

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'O₂ est dite aérobie. Elles respirent, et sont majoritaires (ex : Bacillus)
 - Les bactéries qui ne supportent pas l'O₂ sont dites anaérobies. Elles fermentent voir putréfient (ex : Clostridium)
 - Il existe des bactéries qui se multiplient quand la concentration en O₂ est faible, elles sont dites microaérophiles. Elles se multiplient quand [O₂] < 5%. (ex : Campylobacter)
 - Les bactéries qui supportent l'O₂, mais pouvant s'en passer sont dites aéro-anaérobies. Elles respirent dans un premier temps, et pratiquent la fermentation. (ex : Staphylococcus)
- (ANONYME 4).**

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 entraînant 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'Intoxication 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).

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).

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**).

CHAPITRE VI. LES CARACTERISTIQUES PHYSIOLOGIQUES DES BACTERIES**PSYCHROTOPHES:****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°3 : 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**).

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 332m². 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.

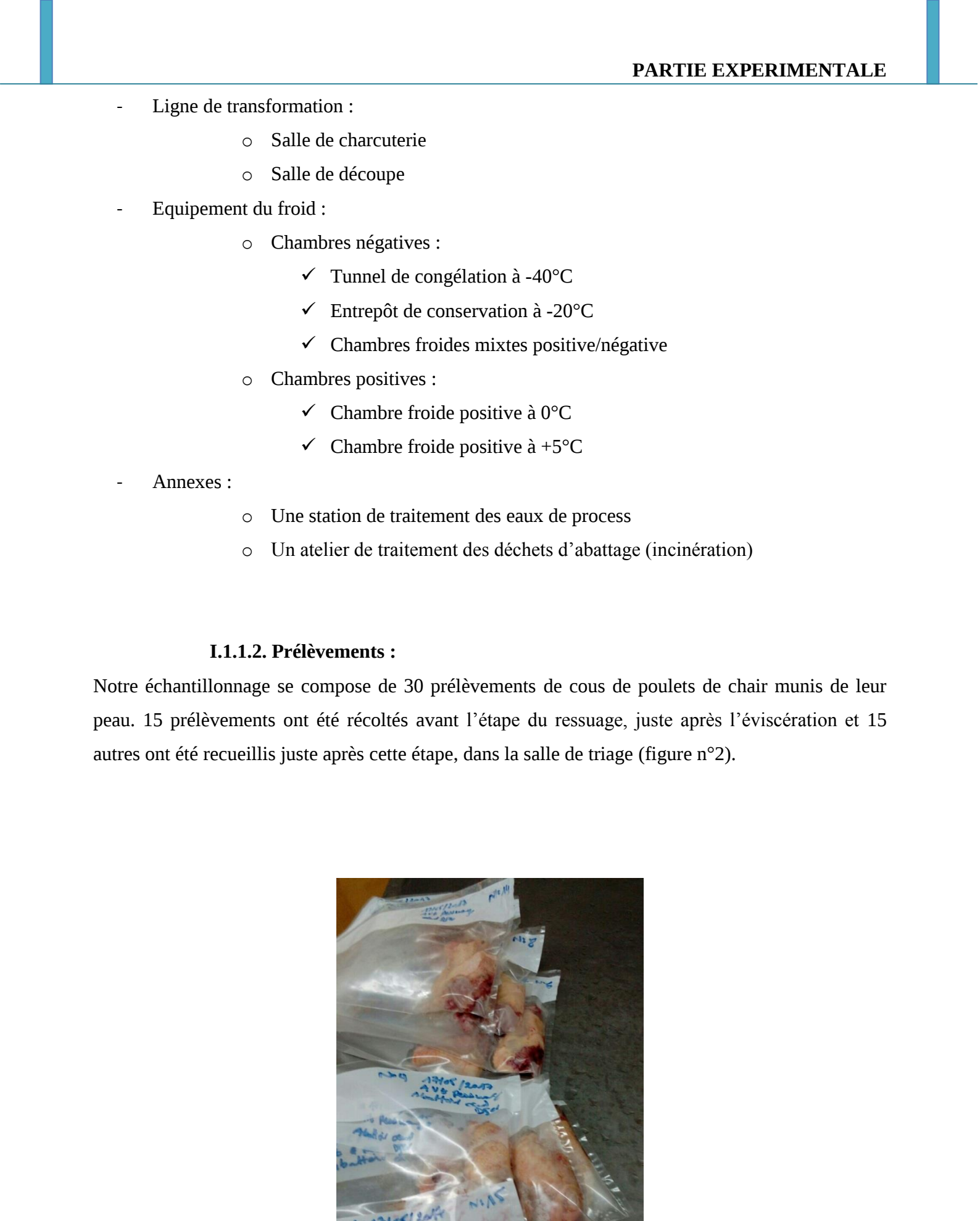
- ## PARTIE EXPERIMENTALE
- Ligne de transformation :
 - Salle de charcuterie
 - Salle de découpe
 - Equipement du froid :
 - Chambres négatives :
 - ✓ Tunnel de congélation à -40°C
 - ✓ Entrepôt de conservation à -20°C
 - ✓ Chambres froides mixtes positive/négative
 - Chambres positives :
 - ✓ Chambre 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)

PARTIE EXPERIMENTALE

- 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 :

- 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)



PARTIE EXPERIMENTALE

- 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 la salle de triage (figure n°2).

Figure n°2 : Prélèvements de cous de poulets de chair (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 (figure n°3). 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 daïra d'El-Harrach de la wilaya d'Alger.



Figure n°3 : Prélèvement aseptique d'un cou de poulet de chair (photo personnelle).

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 7^{ème} 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 boîtes 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 $+4^{\circ}\text{C}$ pour une autre analyse au 7^{ème} 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 la FAMT sur gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J₁)
(photo personnelle).**

- **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 (StuartTM 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 (StuartTM Scientific colony counter) (photo personnelle).

- Test de confirmation :

À l'aide d'inoculateurs stériles à usage unique, prélever 5 colonies bien isolées de chaque boîte préalablementensemencée 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 après utilisation d'un papier filtre imprégné d'un réactif pour la recherche de l'oxydase (photo personnelle).

Si au moins 80% des colonies sélectionnées sont oxydase +, prendre comme nombre de *Pseudomonas*, sur les boîtes, le nombre total de colonies comptées après incubation. Sinon, calculer le nombre de colonies de *Pseudomonas* sur les boîtes 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 J₇. Il est à noter que nous avons employé les mêmes méthodes que celles qui ont été utilisées à J₁.

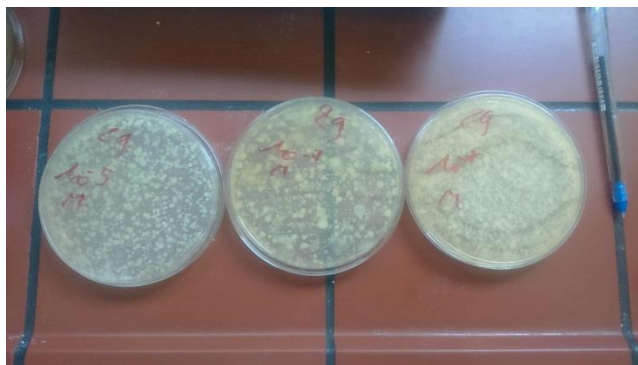


Figure n°7 : colonies de FAMT sur gélose PCA après incubation à 30°C pendant 72h (J₇) (photo personnelle).

○ 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 :

o 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 (χ^2) avec un risque α fixé à 5%. La différence est considérée comme significative si la probabilité (p) est inférieure ou égale au risque α ($P \leq 0,05$). 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 $5,5 \cdot 10^5$ UFC/g et $2,96 \cdot 10^7$ 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 $4,20 \cdot 10^4$ UFC/g à $2,30 \cdot 10^5$ 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 $1,15 \cdot 10^6$ UFC/g et $1,29 \cdot 10^7$ 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 $2,00 \cdot 10^3$ UFC/g et $2,20 \cdot 10^4$ 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 $1,96 \cdot 10^7$ UFC/g et $2,40 \cdot 10^9$ 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 $1,45 \cdot 10^7$ UFC/g et $2,82 \cdot 10^7$ 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.

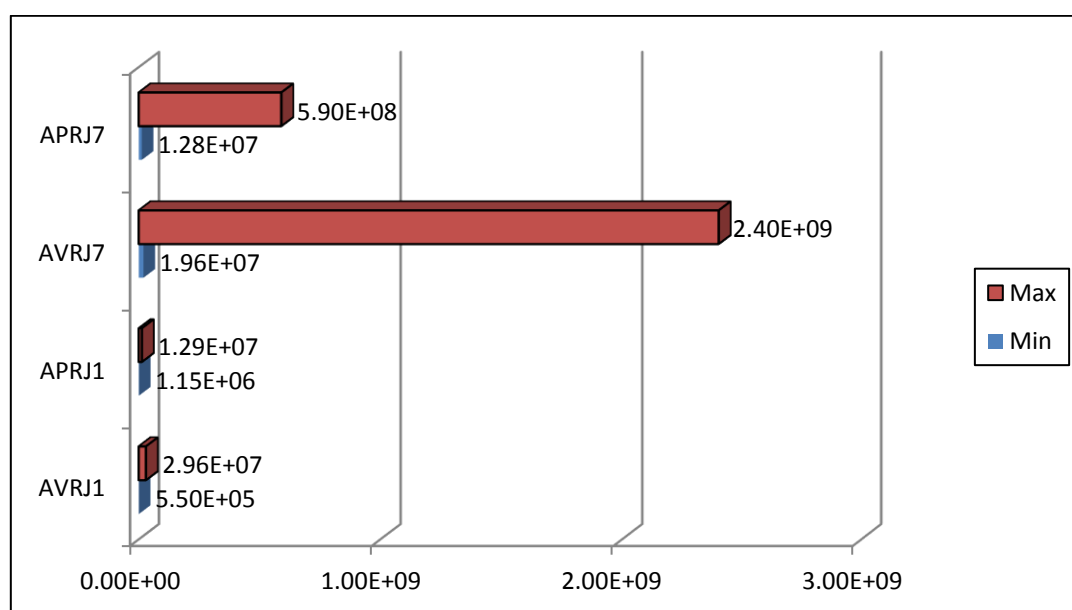
Tous les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 4 et les figures 8, 9, 10.

Tableau n°4: Résultats globaux de l'analyse bactériologique (FAMT et les *Pseudomonas* spp.) et physico-chimique (pH) avant et après ressuage à J₁ et à J₇.

N° de l'échantillon	1 ^e jour	7 ^e jour	1 ^e jour	7 ^e jour	1 ^e jour	7 ^e 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

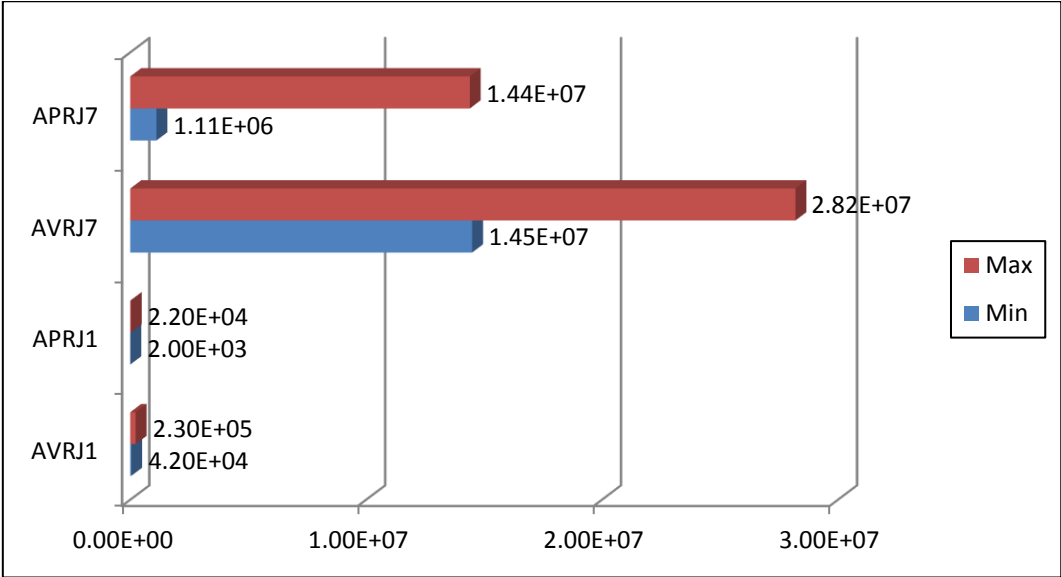
Après ressuage						
1	6,59	7,09	$7,80.10^6$	$3,10.10^8$	$9,00.10^3$	$8,80.10^6$
2	6,53	7,14	$1,29.10^7$	$1,76.10^7$	$6,70.10^3$	$6,30.10^6$
3	6,42	6,90	Ind.	Ind.	$2,00.10^3$	$5,20.10^6$
4	6,37	6,81	$5,10.10^6$	Ind.	$2,10.10^3$	$1,08.10^7$
5	6,46	7,06	$3,60.10^6$	$1,28.10^7$	$2,70.10^3$	$9,80.10^6$
6	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 1^e jour ; <15 UFC à 10^{-7} pour la FAMT au 7^e jour] ; $[>300$ UFC à 10^{-2} pour les *Pseudomonas* spp. au 1^e jour]).



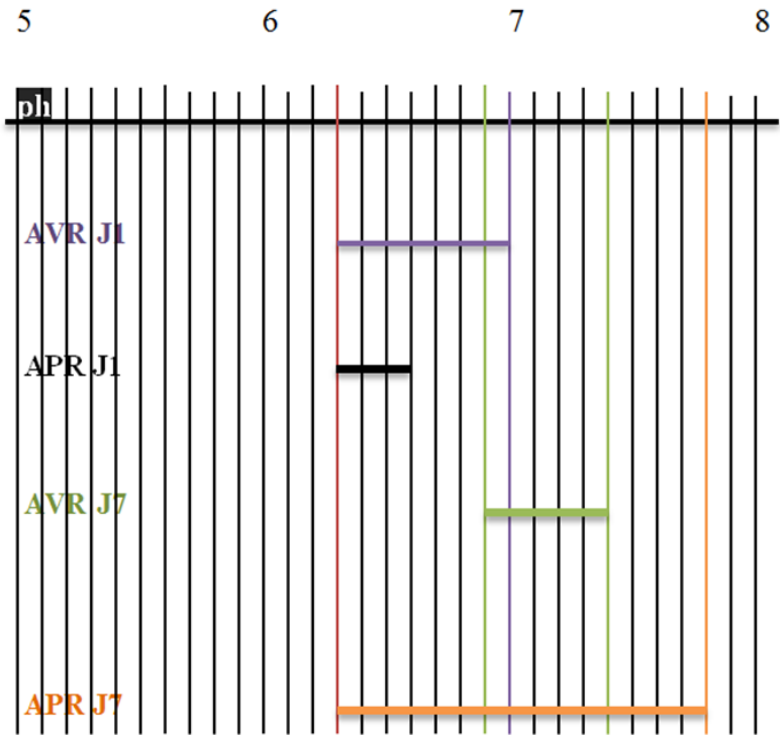
AVR : avant ressuage ; **APR** : après ressuage ; **J₁** : premier jour d'abattage ; **J₇** : septième jour de réfrigération à +4°C.

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



AVR : avant ressuage ; APR : après ressuage ; J₁ : premier jour d’abattage ; J₇ : septième jour de réfrigération à +4°C.

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



AVR : avant ressuage ; APR : après ressuage ; J₁ : premier jour d’abattage ; J₇ : septième jour de réfrigération à +4°C.

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

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

En termes de pourcentage :

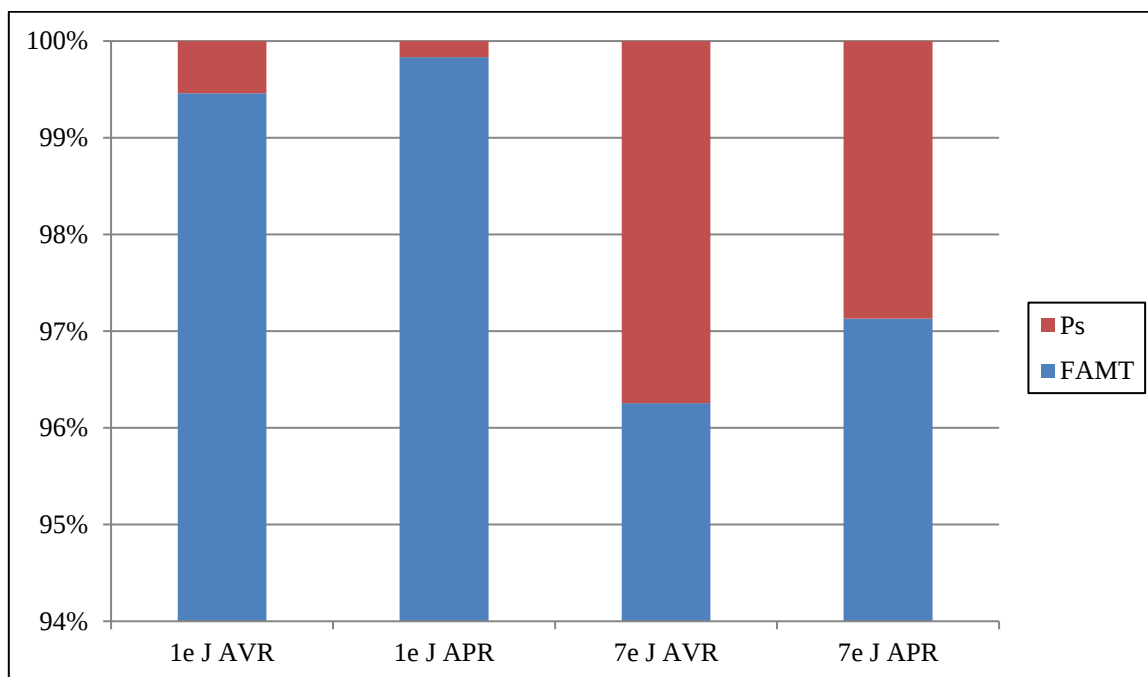
II.2.1. Au premier jour (jour de l'abattage) :

- 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 1^e jour d'abattage et au 7^e jour de réfrigération à +4°C.

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

- En réalisant le test de la fluorescence, nous avons obtenu 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*, etc.
- D'autres colonies ne sont pas fluorescentes lorsqu'elles sont exposées à la lumière UV ; ce qui montre l'absence de cette substance fluorescente et donc l'absence des *Pseudomonas* fluorescents qui produisent cette substance.

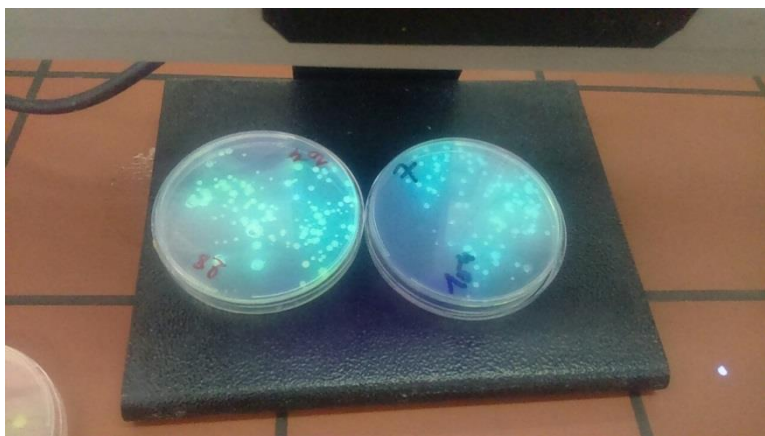


Figure n°12 : Test de fluorescence positif pour des colonies de *Pseudomonas* sp. exposées à une lumière UV (photo personnelle).



Figure n°13 : Test de fluorescence négatif (à gauche) et positif (à droite) pour des colonies de *Pseudomonas* sp. (photo personnelle).

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 5).

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 aérobique 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 $+4^{\circ}\text{C}$. 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 souches 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. 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 6**). 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 la recherche et le dénombrement des germes indicateurs d'hygiène du poulet de chair (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 ; $2,30.10^5$ UFC/g pour *Pseudomonas spp.*) et après ressuage ($1,29.10^7$ UFC/g 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.

Après réfrigération, nous avons constaté une prolifération plus ou moins importante des *Pseudomonas* ($1,44.10^7$ UFC/g - $2,82.10^7$ 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 et augmentation progressive du pH.

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.
- 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.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **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.
2. **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
3. **ANONYME2**, 2011 : RESEAU ALIMENTAIRE DES CHAMBRES DE METIERS ET DE L'ARTISANAT DE RHONE ALPES (CRMA Rhône-Alpes), Fiche technique – Transport des denrées périssables [en ligne] [Consulté le 05/02/2017] Disponible sur internet :
http://www.crma-auvergnerrhonealpes.fr/sites/default/files/chambr_regio_fiches_transport.pdf.
4. **ANONYME 3**: L'encyclopédie de la santé. Conserver les aliments. Conservation par le froid. Le Figaro Santé. [en ligne] [Consulté le 05/02/2017] Disponible sur internet :
<http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-pratique/conserver-aliments/conservation-par-froid>.
5. **ANONYME 4** : Cours : croissance bactérienne. Microbiologie [en ligne] [Consulté le 14/01/2017] Disponible sur internet :
<http://www.ebiologie.fr/cours/s/56/croissance-bacterienne>.
6. **ANONYME 5** : 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>.
7. **ANONYME 6** : Croissance bactérienne. Influence du pH. [en ligne] [Consulté le 24/06/2017] Disponible sur internet :
<https://sites.google.com/site/margotlherbette/c--influence-du-ph>.
8. **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.
9. **BELHADJ L., 2015** : La Bible du Halal, première édition, Editions du Moment, p11.
10. **BORNERT G., 2000** : Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. Revue de Médecine Vétérinaire, 2000, 151, 11, 1003-1010.
11. **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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

12. **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.
13. **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.
14. **COUVEZ P., 2005** : Transformation carnée à la ferme : connaître les différents process de fabrication. Educagri éditions. Dijon. 247p.
15. **DENNAI N., KHARRATI B., EL YACHIOUI M., 2001** : Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Annale de Médecine Vétérinaire, 2001, 145, 270-274.
16. **DUMONT B.L., 1982** : Conséquences technologiques des flores microbiennes contaminant la viande fraîche. Hygiène et technologie de la viande fraîche. Ed. CNRS. 155-160.
17. **FORSYTHE S-J et HAYES P-R., 1998** : Food Hygiene, Microbiology and HACCP. 3rd Edition. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 434-449p.
18. **FOURNAUD J., 1982** : Types de germes rencontrés aux différents stades de la filière. Hygiène et Technologie de la viande fraîche. Ed. C.N.R.S. 109-131p.
19. **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>.
20. **GARRY P. et GUERN L., 1999** : Les bactéries lactiques. Bull. Liaison CTSCCV, 1999, 9, 6, 423-429.
21. **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.
22. **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.
23. **GUIRAUD J-P., 2012** : Microbiologie alimentaire. Collection industries agroalimentaires. Editeur DUNOD, Paris, 1998. 696p.
24. **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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

25. **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.
26. **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.
27. **HOBBS B.C et GILBERT R.J., 1978** : Food poisoning and food hygiene, fourth edition, Edward Arnold, 366p.
28. **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.
29. **JAY J.-M., 2000** : Modern Food Microbiology. 6th ed. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 720p.
30. **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.
31. **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.
32. **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.
33. **KACI A., 2001** : Conduites des élevages du poulet de chair en Algérie : un sous équipement chronique, Agroligne n°18, novembre-décembre 2001, p 17-19.
34. **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>.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

35. **KHEIRI I., SADEDDINE B., 2009** : L'abattage du poulet et les conduites à tenir. PFE. ENSV. 52-55p.
36. **KOTULA K.L. and PANDYA Y., 1995** : Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. The Journal of Food Protect, 58, 1326-9.
37. **LARPENT J-P., 1995** : Listeria, 140 pages, Lavoisier Editeur, Paris, 1995.
38. **MCVEY S., KENNEDY M., CHENGAPPA M.-M., 2013** : Veterinary Microbiology. 3rd ed. Published by John Wiley&Sons, Inc. 598p.
39. **MEAD G.C., 1982** : Microbiology of Poultry and game birds. In : Meat Microbiology, Ed. M.H. Brown, London, Applied Science Publishers.
40. **MESCLE J-F., ZUCCA J., 1988** : Le comportement des microorganismes en milieu alimentaire. Microbiologie alimentaire, tome 1, éd. Lavoisier.
41. **ROSSET R., 1982** : Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande. Hygiène et technologie des viandes fraîches. Ed. CNRS, 241-254.
42. **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 fraîche.- Paris : Ed. CNRS. 352p.
43. **ROZIER F., 1995** : H.A.C.C.P de la théorie à quelques contraintes, 80 pages, La cuisine Collective Editeur, Paris, 1995.
44. **ROZIER J., CARLIER V., BOLNOT F., 1985** : Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris, France, Sepaic, 230 p.
45. **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.
46. **SYGROVES M., 2003** : Epidémiosurveillance et évolution de l'inspection sanitaire en abattoir. Thèse de doctorat. Université Claude-Bernard - Lyon I (Médecine-Pharmacie). 155p.

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 (hydrolysate 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 ; Pour ce faire, nous avons recherché les *Pseudomonas* sp. et la FAMT. 30 échantillons (15 avant et 15 après ressuage) de cous de poulets de chair ont été prélevés dans l'abattoir avicole de Oued Djer. Ces prélèvements ont fait l'objet d'une analyse physico-chimique et bactériologique au premier 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 présence d'une contamination initiale importante de la peau de 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 broilers. 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 7th 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 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 broiler'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 الدراسة هو تقييم مستوى التلوث التي تسببها الميكروبات المسؤولة عن تعفن لحم الدجاج و تطور هذه الفلورا بالبراد. هنا سنبحث عن الزائفة و عن البكتيريا الهوائية التي تتكيف مع الحرارة المعتدلة. للقيام بذلك، اخذنا 30 عينة 15 قبل و 15 بعد التبريد) في مسلخ الدواجن واد جر. اخضعنا هذه العينات لتحاليل فيزيوكيميائية و بكتريولوجية في يوم الذبح و بعد اسبوع من التبريد. أشارت النتائج التي توصلنا إليها ان هناك حمولة بكتيرية اوليه مهمه جدا على جلد رقاب الدجاج اللحم قبل و بعد التبريد. بعد التبريد، لاحظنا تكاثر مهم للزائفة مع ارتفاع الاس الهيدروجيني. نتائجا تظهر تلوث أولي كبير على جلد رقبة الدجاج اللحم ، و تبين ايضا ان التبريد يبطئ فقط تكاثر البكتيريا و بذلك يعمل على تمديد وقت الحفظ. بالاضافه ، التبريد ساعد في تخفيض الحمولة البكتيرية خاصه المتكونه من الزائفة.

الكلمات المفتاحية : مسلخ ، جلد الرقبه ، ذبيحه الدجاج ، الزائفة ، البكتيريا الهوائية التي تنمو في درجه حراره معتدله ، الاس الهيدروجيني، التبريد.