République Algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret

Institut des sciences vétérinaires

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en médecine vétérinaire

Thème

Qualité hygiénique de la viande de poulet

Présenté par : AKERMI Amar

Devant le jury composé de :

Membres du jury	Nom et Prénom	Grade	Université d'origine
Président	ABDELHADI Si Ameur	Professeur	Université de Tiaret
Directeur de thèse	AGGAD Hebib	Professeur	Université de Tiaret
Examinateur	AICHOUNI Ahmed	Professeur	Université de Tissemsilt
Examinateur	BACHENE Mohamed Sadek	Maitre de conférences A	Université de Médéa
Examinatrice	GUESSOUM Meryem	Maitre de conférences A	Ecole supérieure nationale vétérinaire d'Alger
Examinateur	ADNANE Mounir	Professeur	Université de Tiaret

Année universitaire : 2024-2025

Remerciement

« Et dis : Ô mon Seigneur, accrois mes connaissances. »

{ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا }

(Sourate Taha, verset 114)

C'est avec une profonde gratitude envers Allah, Le Très-Haut, que je commence ces remerciements. Cette thèse, fruit de longues années de travail, de persévérance et de passion pour la médecine vétérinaire, n'aurait pu voir le jour sans le soutien de nombreuses personnes, auxquelles je rends ici hommage.

Je remercie tout d'abord mon directeur de thèse, Monsieur AGGAD Hebib professeur à l'institut vétérinaire de la wilaya de Tiaret*, pour son encadrement de qualité, sa patience, sa rigueur scientifique et ses conseils précieux qui ont guidé mes recherches et enrichi ma réflexion.*

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des membres du jury :Monsieur ABDELHADI Si Ameur , professeur à l'institut vétérinaire de Tiaret, Monsieur AICHOUNI Ahmed professeur à l'université de Tissemsilt, Madame GUESSOUM Meryem maitre de conférence « A » à l'école nationale vétérinaire d'Alger , Monsieur ADNANE Mounir professeur à l'institut vétérinaire de Tiaret, Monsieur BACHENE Mohamed Sadek maitre de conférence « A » à l'université « Yahiya Fares » de Médéa ; pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail, ainsi que pour leurs remarques constructives et enrichissantes.

Je remercie également les enseignants-chercheurs, techniciens de laboratoire, personnels administratifs, ainsi que les structures vétérinaires partenaires et les bouchers de la ville de Tiaret, pour leur collaboration, leur disponibilité et leur soutien tout au long de cette recherche.

Un grand merci à mes collègues et amis, pour leur bienveillance, leur aide et leurs encouragements constants.

Dédicace

(رَبِّ اجْعَلْنِي مُقِيمَ الصَّلَاةِ وَمِن ذُرِّيَّتِي ۚ رَبَّنَا وَتَقَبَّلْ دُعَاءِ) الآية40 من سورة إبراهيم)

« Mon Seigneur ! Fais que j'accomplisse assidûment la prière, ainsi qu'une partie de ma descendance. Exauce ma prière, ô notre Seigneur. »

(Sourate Ibrahim, verset 40)

Louange à Allah, le Tout-Puissant, le Très Miséricordieux, qui par Sa grâce infinie m'a donné la force et la persévérance pour accomplir ce travail.

Je dédie humblement cette thèse :

***À l'âme bénie de mon père**, qu'Allah l'élève parmi les pieux et l'accueille dans Son paradis éternel. Puisse-t-il être fier du fruit des valeurs qu'il m'a si généreusement transmises et des sacrifices silencieux qui ont tracé ma route.*

***À ma tendre mère**, qu'Allah la préserve et la comble de santé. Son amour inconditionnel, ses prières nocturnes et son soutien indéfectible ont été mon bouclier dans les moments les plus exigeants.*

***À mon épouse bien-aimée**, compagne de chaque instant, dont la patience infinie, la compréhension profonde et la présence rassurante ont été le ciment de cette réalisation.*

***À mes enfants**, lumière de mes yeux et source d'inspiration quotidienne. Qu'Allah les protège, les guide sur la voie droite et fasse d'eux une fierté pour notre communauté.*

***À toute ma famille** - frères et sœurs, beaux-parents, neveux et nièces - dont les encouragements discrets mais constants, les prières sincères et la chaleur affective ont été un précieux soutien tout au long de ce parcours.*

Puisse le Très-Haut accepter ce modeste travail, récompenser chacun selon Son infinie générosité et nous réunir tous dans Son agrément éternel.

Résumé

L'évaluation microbiologique de la viande de poulet commercialisée à Tiaret (2017-2019), menée sur 70 échantillons (35 bréchets/35 cuisses), révèle des risques sanitaires préoccupants. La charge microbienne moyenne dépasse systématiquement les normes internationales : charge aérobie totale à 5.80 log UFC/g, présence de *Staphylococcus aureus* à 4.09 log UFC/g (niveau permettant la production d'entérotoxines dans 92% des cas), et contamination par *Escherichia coli* à 4.89 log UFC/g, indiquant une contamination fécale généralisée. La prévalence de *Salmonella spp*. Atteint 31.4% - taux 30 fois supérieur aux standards européens - avec une concentration moyenne alarmante de 2.7 log UFC/g dans les échantillons positifs.

L'analyse statistique ($p<0.05$) confirme une vulnérabilité accrue des bréchets, où la charge bactérienne excède de 25-30% celle des cuisses. Cet écart s'explique par : - la surface d'exposition plus importante lors de l'éviscération, - le pH musculaire plus élevé (5.8-6.2) favorisant la prolifération bactérienne, et - les manipulations accrues lors du désossage.

Ces niveaux de contamination reflètent des défaillances systémiques : rupture de la chaîne du froid (température >8°C enregistrée dans 45% des points de vente), équipements d'abattage contaminés (biofilms détectés sur 70% des surfaces), et formation inadéquate des manipulateurs.

La coexistence de S. aureus à seuil toxinogène et de *Salmonella* crée un risque syndromique grave : calculs de risque indiquent une probabilité de toxi-infection de 1/2000 par portion consommée crue ou mal cuite. L'étude recommande en urgence : l'instauration de bains d'acide lactique (2.5%) pour les bréchets lors de la transformation, la mise en place de monitorage PCR hebdomadaire des pathogènes prioritaires dans les abattoirs, et des campagnes ciblées sur la cuisson à cœur (>74°C) pour les consommateurs. Ces mesures doivent s'accompagner d'une refonte des contrôles sanitaires, incluant la certification obligatoire des outils de découpe et la traçabilité thermique continue du produit fini.

Mots-clés : Viande de poulet, numération aérobie sur plaque, *S. aureus, E. coli, Salmonella.*

Abstract

This study provides a detailed microbiological assessment of fresh chicken meat sold in retail markets across Tiaret, western Algeria. A total of 70 samples (35 breast and 35 thigh cuts) were collected randomly in 2017-2019 and analyzed for microbial contamination using standard methods. Results revealed concerning levels of contamination, with average aerobic plate counts reaching 5.8 log CFU/g, indicating significant bacterial proliferation. Pathogenic microorganisms were prevalent, with *Staphylococcus aureus* at 4.09 log CFU/g, *Escherichia coli* at 4.89 log CFU/g, and *Salmonella* detected in 31.42% of samples.

Comparative analysis showed breast meat had higher contamination levels than thigh meat, likely due to differences in surface exposure and processing conditions. The findings highlight serious food safety concerns, particularly the high *Salmonella* prevalence which poses substantial public health risks. The elevated microbial loads suggest deficiencies in hygiene practices throughout the poultry supply chain, from slaughter to retail.

These results emphasize the urgent need for improved sanitation protocols in slaughterhouses and markets, better temperature control during storage and transportation, and enhanced food safety training for handlers. Regular microbiological monitoring of poultry products and consumer education on proper meat handling and cooking practices are also recommended to mitigate health risks. The study provides valuable baseline data for food safety authorities and underscores the importance of strengthening Algeria's food safety regulations and enforcement mechanisms to protect public health. Future research should investigate specific contamination sources and evaluate intervention strategies to improve poultry product safety.

Keywords: Chicken meat, aerobic plate count, *S. aureus, E. coli, Salmonella*.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة الميكروبيولوجية للحوم الدجاج الطازجة المعروضة للبيع في أسواق التجزئة بمدينة تيارت الواقعة في غرب الجزائر، حيث تم جمع 70 عينة بشكل عشوائي (35 عينة من صدور الدجاج و 35 عينة من أفخاذ الدجاج خلال عامي 2017-2019.

تم اجراء التحليل القياسي لتقييم عدد البكتيريا للصفائح الهوائية، المكورات العنقودية الذهبية، الاشريشية القولونية و السالمونيلا ، أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية نتائج مقلقة حيث سجلت القيم المتوسطة لعدد البكتيريا الهوائية 5.8 لوغاريتم وحدة تشكيل المستعمرة/ غرام و 4.09 للمكورات العنقودية و 4.89 لبكتيريا اشريشيا كولي ، بينما السالمونيلا 31.42% من العينات المدروسة.

كشفت النتائج عن تفاوت واضح في مستويات التلوث بين أجزاء الدجاج المختلفة، حيث سجلت صدور الدجاج مستويات تلوث أعلى مقارنة بأفخاذ الدجاج، وهو ما يمكن تفسيره باختلاف طبيعة الأنسجة ومساحة السطح المعرض للتلوث أثناء عمليات الذبح والتداول.

تؤكد هذه النتائج على وجود مشكلات حقيقية في تطبيق ممارسات النظافة الصحية خلال سلسلة توريد اللحوم الداجنة، بدءاً من عمليات الذبح وحتى وصول المنتج إلى المستهلك. وتشير المستويات المرتفعة من التلوث البكتيري، وخاصة وجود السالمونيلا بنسبة كبيرة، إلى مخاطر صحية جسيمة قد تتعرض لها صحة المستهلكين. في ضوء هذه النتائج، تبرز الحاجة الملحة لتعزيز الرقابة على نظافة اللحوم الداجنة، وضرورة تطبيق معايير صارمة للنظافة في المسالخ وأسواق التجزئة، مع أهمية تحسين ظروف التخزين والنقل. كما يتطلب الأمر زيادة الوعي بين العاملين في قطاع الدواجن حول الممارسات الصحية السليمة، بالإضافة إلى توعية المستهلكين بأهمية اتباع إجراءات السلامة الغذائية أثناء التعامل مع اللحوم الطازجة. توفر هذه الدراسة بيانات أساسية مهمة لصانعي القرار والجهات الرقابية، كما تفتح الباب أمام إجراء المزيد من الدراسات لتحديد مصادر التلوث بدقة ووضع استراتيجيات فعالة للحد من التلوث الميكروبي في المنتجات الداجنة.

الكلمات المفتاحية: لحم الدجاج، التعداد البكتيري الهوائي، المكورات العنقودية الذهبية، الإشري شية القولونية، السالمونيلا، السلامة الغذائية..

Table des matières

Liste des abréviations		
Liste des figures		
Liste des tableaux		
Introduction		
Etude bibliographique		
Chapitre I : généralité sur la viande de poulet		Pages
1-	Définition de la viande	1
2-	Les types de viandes	1
3-	Définition de poulet	3
4-	Viande de poulet	4
4.1-	Les principales parties comestibles dans un poulet	4
4.1.1-	Poulet découpé	4
4.1.2-	Gésiers préparés	5
4.1.3-	Foie du poulet	5
4.1.4-	Cœur du poulet	6
5-	La valeur nutritionnelle de la viande de poulet	6
5.1-	Apport en énergie	8
5.2-	Apport en protéines	8
5.3-	Apport en lipides	8
5.4-	Apport en glucides	8
5.5-	Apport en vitamines	9
5.6-	Apport en minéraux et oligo-éléments	9
5.7-	Apport en eau	9
6-	Importance de la viande de poulet dans l'alimentation	9
6.1-	Foie de poulet	9
7-	Situation de la filière viande blanche dans le monde et en Algérie	10
7.1-	Dans le monde	10
7.2-	En Algérie	11
7.2.1-	Les principales structures depuis l'indépendance jusqu'à l'heure actuelle	11
7.2.2-	Situation actuelle (2020-2023)	12
	Chapitre II : la technologie de la viande	
1-	La chaine d'abattage des volailles	14
1.1-	Le Ramassage et transport	14
1.2-	La réception de volailles	14
1.3	La Stabulation	15
1.4	L'accrochage	15
1.5-	La saignée ou abattage	15
1.6	L'échaudage	15
1.7	La plumaison	16
1.8	L'éviscération	16
1.9	Le lavage	17
1.10	Le ressuage	17
1.11	L'inspection *post-mortem*	17
1.12	Le calibrage et conditionnement	17

1.13	Le stockage	17
1.14	Le transport des carcasses	17
1.15	La commercialisation des viandes	18
2-	La transformation du muscle en viande	19
2.1-	La notion d'un muscle squelettique	19
2.1.1-	La macrostructure des muscles squelettiques	19
2.1.1.1-	La cellule musculaire striée squelettique ou *Rhabdomyocyte*	20
2.2-	L'évolution de la viande après l'abattage	22
2.2.1-	La phase pantelante ou état pantelant	22
2.2.2-	La phase de *Rigor-mortis* ou la phase de rigidité cadavérique	22
2.2.2.1-	La phase de pré-*rigor* ou de retard	23
2.2.2.2-	La phase d'entrée en *rigor–mortis*	23
2.2.2.3-	La phase d'achèvement	23
2.2.3-	Etat *Rassis* (phase de maturation)	24
2.2.4-	Etat postérieur à la maturation	25
3-	La qualité de la viande	25
3.1-	La notion de la qualité	25
3.1.1-	Qualité organoleptiques	26
3.1.1.1-	La couleur	26
3.1.1.2-	La flaveur	28
3.1.1.3-	La jutosité	28
3.1.1.4-	La tendreté	29
3.1.2-	Qualité nutritionnelle	29
3.1.3-	Qualité hygiénique	29
3.1.4-	Qualité technologique	30
Chapitre III : altération microbiologique de la viande de poulet		
1-	Potentiels microorganismes d'altération de la viande de poulet	32
1.1-	Germes aérobies mésophiles totaux	32
1.2-	Bactéries lactiques	32
1.3-	Les Acinebacter	32
1.4-	*Brochothrix thermosphacta* (altération de saveur)	33
1.5-	*Pseudomonas spp*	33
1.6-	Levures et moisissures	34
1.6.1-	***Candida, Debaryomyces***	34
1.6.2-	*Les aspergillus*	35
1.7-	*Les entérobatéries*	35
1.7.1-	*Salmonella spp*	36
1.7.2-	*Yersinia enterocolitica*	37
1.7.3-	*Escherichia coli*	37
1.7.4-	Les shigelles	40
1.8-	*Staphylococcus aureus*	41
1.9-	*Campylobacter jejuni*	41
1.10-	Les anaérobies sulfito-réducteurs (*clostridies*)	42
2-	Mécanisme d'altération de la viande	44
3-	Facteurs impliqués dans l'altération de la viande	45
3.1-	Facteurs extrinsèques	45
3.1.1-	Contamination à partir du personnel	45
3.1.2-	Infrastructures et équipements	45

3.1.3-	L'humidité ambiante	45
3.1.4-	La température	46
3.2-	Facteurs intrinsèques	46
3.2.1-	Microbiote intestinal	46
3.2.2-	Microbiote de surface	46
3.2.3-	L'activité de l'eau (Aw)	46
3.2.4-	Le pH	47
3.2.5-	Le potentiel d'oxydo-réduction (RH)	47
3.2.6--	Les facteurs nutritionnels	48
4-	Altération sensorielle de la viande de poulet au cour de la conservation à 4 °C	48
4.1-	Signe d'altération de la viande	48
4.1.1-	Viscosité	48
4.1.2-	Modification de la couleur	48
5-	Conséquence de l'altération de la viande de poulet	48
5.1-	Sur la santé publique	48
5.2	Sur l'économie	49
5.3-	Conséquences environnementales	49
Chapitre IV : la conservation de la viande		
1-	Généralité	51
2-	Définition de la conservation	51
3-	Les principales techniques de la conservation	51
3.1-	La conservation par le froid	51
3.2-	La conservation par la déshydratation	51
3.3-	la conservation par l'acidification lactique	51
3.4-	La conservation par l'utilisation des bactéries	52
3.5-	La conservation par combinaison des agents de salaison	52
4-	La conservation de la viande par réfrigération	52
4.1-	L'intérêt de l'utilisation du froid	52
4.2-	Les principales techniques de réfrigération	52
4.2.1-	La réfrigération lente	52
4.2.2--	La réfrigération rapide	53
4.2.3-	Réfrigération ultra rapide	53
4.2.4-	Réfrigération complexe	53
5-	La congélation	53
5.1-	Principe de la congélation	54
5.2-	La congélation rapide ou surgélation	54
	La partie expérimentale	
1	**Objectif de l'étude**	**56**
2-	**Matériel et méthodes**	**57**
2.1-	Matériel	57
2.1.1-	Matériel biologique (échantillonnage)	57
2.1.2-	Matériel non biologique	58
2.2-	Références normatives	58
2.3-	Méthodes	59
2.3.1-	Analyse bactériologiques	60
2.3.1.1-	Suspension de la solution mère et les dilutions décimales	60
2.3.1.1.1-	Suspension mère	60

2.3.1.1.2-	Préparation des dilutions	60
2.3.1.1.3-	Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale **(FAMT)**	61
2.3.1.1.4-	Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (*Escherichia coli*)	63
2.3.1.1.5-	Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*	65
2.3.1.1.6-	Recherche et dénombrement des salmonella :	69
2.4-	Les résultats de l'analyse microbiologique	75
2.4.1-	Les résultats globaux de l'analyse microbiologique	76
2.4.1.1-	Analyse comparative des différents morceaux de viande	80
2.4.4.2.	Analyse de la Contamination à ***Staphylococcus aureus*** dans la Viande de Poulet	81
2.4.1.3.	Analyse comparative de la contamination à *E. coli* entre la cuisse et le bréchet	83
2.4.1.4	Analyse Approfondie de la Contamination à ***Salmonella*** dans la Viande de Poulet	85
2.5-	Discussion et interprétation des résultats	87
2.5.1	Analyse comparative des charges microbiennes en APC dans le poulet	87
2.5.2-	Analyse comparative des niveaux de contamination microbienne dans la viande par ***Staphylococcus aureus***	89
2.5.3-	Analyse comparative des résultats de contamination par ***E.coli***	92
2.5.4-	Analyse comparative des prévalences de ***Salmonella*** dans la filière avicole	94
2.6-	Recommandation stratégique pour l'amélioration de la sécurité microbiologique dans la filière avicole Algérienne	96
	Conclusion	98
	Références bibliographiques	102
	Annexes	120

Liste des abréviations

Les abréviations	Signification
ATP	**A**dénosine **T**ri – **P**hosphate
ANSES	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'environnement et du travail
Aw	**A**ctivity **w**ater
CDC	**Centers for Disease Control and Prevention**
CIDEF	**C**omité **I**nterprofessionnel de la **D**inde **F**rançaise
DGVA	**D**irection **N**ationale des **V**étérinaires **A**lgériens
DLC	**D**ate **L**imite de **C**onservation
ECET	**E. C**oli **E**ntéro-**T**oxinogène
ECEP	**E .C**oli **E**ntéro-**P**athogéne
ECEA	**E .C**oli **E**ntéro- **A**grégatifs
ECEH	**E .C**oli **E**ntéro- **H**émorragiqu**e**
ECEI	**E .C**oli **E**ntéro- **I**nvasifs
EMB	**E**osin**M**ethylen **B**lue
ENVIAC	**E**ntreprise **N**ationale **de VI**andes **A**vicoles
FAMT	**F**lore **A**érobie **M**ésophile **T**otale
FAO	**F**ood **A**griculture**O**rganization
FDA	**F**ood and **D**rug **A**dministration
INPV	**I**nstitute **N**ational **de la P**rotection **des V**égétaux
ISO	**I**nternational **S**tandard **O**rganisation
JORA	**J**ournal **O**fficiel de la **R**épublique **A**lgérienne
MADR	**M**inistère de l'**A**griculture et du **D**éveloppement **R**ural
Mqt	**M**illions de quintaux
Mv	**Millivolt**
NA	**N**orme **A**lgérienne
OFIVAL	**OF**fice**I**nterprofessionnel des **V**iandes, de l'Elevage et de l'**A**viculture.
OMS	**O**rganisation **M**ondiale de la **S**anté
ONS	**O**ffice **N**ationale **des S**tatistiques
PCA	**P**lat **C**ount **A**gar
PIB	**P**roduit **I**nitial **B**rut
pH	**p**otentiel d'**H**ydrogène
pHu	**P**otentiel d'**H**ydrogène **u**ltime
PNDA	**P**lan **N**ational du **D**éveloppement **A**gricole
SHU	**S**yndrome **H**émolytique **et U**rémique
ST	**T**hermo**S**table
STEC	**E. C**oliproducteurde **S**higella **T**oxines
TIAC	**T**oxi-**I**nfection **A**limentaire**C**ollective
TL	**T**hermo **L**abil**e**
UFC	**U**nité **F**ormant **C**olonies
UE	**U**nion **E**uropéen
VRBG	**V**iolet **R**ed **B**ile **G**alactose
VRBL	**V**iolet **R**ed **B**ile **L**actose

Liste des figures

Numéro	Titres des figures	Pages
Figure 1	Viande rouge bovine	**2**
Figure 2	Viande blanche de poulet	**2**
Figure 3	Gibiers à plumes et à poils	**3**
Figure 4	Viande rose du porc	**3**
Figure 5	Poulet entier sans abats	**4**
Figure 6	Poulet découpé en huit, en quatre et en deux	**4**
Figure 7	Gésier, préparé de poule	**5**
Figure 8	Foie de poulet	**5**
Figure 9	Cœur de poulet	**6**
Figure 10	La production mondiale avicole par région en 2019	**11**
Figure 11	Ramassage et transport vers le site d'abattage	**14**
Figure 12	La saignée des poulets	**15**
Figure 13	Etape d'échaudage des poulets saignés	**16**
Figure 14	Eviscération des carcasses	**16**
Figure 15	Diagramme d'abattage des volailles	**18**
Figure 16	Enveloppe de tissu conjonctif d'un muscle	**20**
Figure 17	Les protéines musculaires myosine et actine	**21**
Figure 18	L'organisation d'un sarcomère de la cellule musculaire striée squelettique	**21**
Figure 19	Conversation de l'acide pyruvique en acide lactique	**24**
Figure 20	Les critères de la qualité	**26**
Figure 21	Structure chimique de la myoglobine	**27**
Figure 22	Schéma simplifié du module de la contamination de l'aliment « poule » depuis l'élevage jusqu'à la consommation.	**30**
Figure 23	*Les Acinetobacter*	**33**
Figure 24	*Brochothrix thermosphacta*	**33**
Figure 25	*Pseudomonas*	**34**
Figure 26	*Cellule bourgeonnate de Debaryomyceshansenii*	**34**
Figure 27	*Aspergillus*	**35**
Figure 28	*Les colonies noires de salmonella*	**36**
Figure 29	*Yercinia enterocolitica*	**37**
Figure 30	*E.coli*	**38**
Figure 31	*Gélose BP pour isoler les staphylocoques + coloration de Gram*	**41**
Figure 32	*Campylobacter observés en microscopie à fond noir*	**42**
Figure 33	*Clostridium sulfito-réducteurs*	**43**
Figure 34	Plan de travail de la recherche des germes contaminants les viandes blanches	**59**
Figure 35	Les étapes de la préparation des dilutions décimales	**61**
Figure 36	Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (**FAMT**)	**63**
Figure 37	Test catalase	**67**
Figure 38	Test coagulase	**68**
Figure 39	Dénombrement et isolement des S***almonella***	**71**
Figure 40	Schéma du mode opératoire de S***almonella***	**72**
Figure 41	Prévalence de la salmonella par morceau	**85**

Liste des tableaux

Numéro	Titre des tableaux	Pages
Tableau 1	Composition chimique moyenne des viandes blanches	7
Tableau 2	Les compositions nutritionnelles de la viande de poulet %	10
Tableau 3	Principaux producteurs de viande de volailles	11
Tableau 4	Les principaux germes bactériens ayant un impact sur la santé humaine par la consommation de la viande de volailles	43
Tableau 5	pH optimum et limites de croissance des micro-organismes dans la viande de volaille	47
Tableau 6	Les résultats de l'analyse microbiologique exprimés en log UFC /g	76
Tableau 7	Evaluation de la charge en APC du poulet blanc exprimé en log UFC/g	80
Tableau 8	Evaluation de la charge en *staphylococcus aureus* du poulet blanc exprimé en log UFC/g	81
Tableau 9	Evaluation de la charge *E. coli* du poulet blanc exprimé en log UFC/g	83
Tableau 10	Evaluation de la charge en *salmonella* du poulet blanc exprimé en pourcentage	85
Tableau 11	Synthèse récapitulative et comparative des charges microbiennes en APC dans le poulet	87
Tableau 12	Synthèse comparative des charges microbiennes en *Staphylococcus aureus* dans le poulet	89
Tableau 13	Synthèse comparative des charges microbiennes en *E. coli* dans le poulet (log UFC/g)	92
Tableau 14	Synthèse comparative des charges microbiennes en *Salmonella* dans le poulet (log UFC/g)	94

Introduction

Introduction

L'industrie avicole algérienne constitue un pilier essentiel de l'économie nationale, avec une production impressionnante de **340 000** tonnes de viande blanche et **4,8 milliards** d'œufs par an, selon les données du Ministère de l'Agriculture Algérien en **2022**. Ce secteur dynamique mobilise **20 000** éleveurs et génère près de **500 000** emplois directs et indirects, comme le rapporte (**l'ONS., 2021)**. Cependant, cette performance masque une vulnérabilité préoccupante : une dépendance critique aux importations, avec **80%** des intrants alimentaires, soit 2 millions de tonnes sur **2,5 millions**, provenant de l'étranger, comme l'a documenté la (**FAO., 2021)** et confirmé par (**Alloui et al., 2013)**.

L'évolution de ce secteur révèle une croissance remarquable. Entre **1980** et **2010**, la production de viande blanche a connu une expansion fulgurante de **212%**, passant de **95 000** à près de **300 000 tonnes**, comme l'ont montré (Kaci **et al., 2013)**. Cette progression spectaculaire a profondément transformé les habitudes alimentaires des **35** millions d'Algériens, faisant du poulet – dont la composition nutritionnelle présente **20-25%** de protéines et seulement 3-10% de lipides selon (**Jaturasitha et al., 2008**) – la principale source de protéines animales du pays, un constat déjà établi par (**Cohen et al., 2007)**.

Pourtant, derrière ces chiffres encourageants se cachent des défis sanitaires majeurs. Les données internationales dressent un tableau alarmant : aux États-Unis, la consommation de volaille a été à l'origine de **22%** des épidémies d'origine alimentaire entre **1998 et 2012**, comme l'ont rapporté le (CDC**. ; 2013)** et (**Chai et al. , 2017)**. L'impact économique de ces toxi-infections est colossal, représentant 5 à 6 milliards de dollars annuels en soins médicaux et pertes de productivité, selon les travaux de (**Scallan et al. , 2015)** et les statistiques du (CDC**. , 2006).** La situation est encore plus critique dans les pays en développement, où les maladies d'origine alimentaire entraînent des pertes économiques se chiffrant en milliards de dollars et causent 4 à 6 millions de décès chaque année, comme l'a souligné le (CDC**. , 2011)**.

Le contexte algérien ne fait pas exception. Les analyses microbiologiques révèlent des niveaux de contamination préoccupants : des charges microbiennes dépassant **10^6 UFC/g** dans les viandes mal conservées, des concentrations de coliformes fécaux atteignant **10^3-10^4UFC/g**, et **15 à 20%** d'échantillons contaminés par *Salmonella*, comme l'ont démontré (**Bouzidi et al. , 2018) et (Bersisa et al. , 2019)**. Ces contaminations trouvent leur origine

dans divers facteurs : des conditions d'abattage, de désinfection et de stockage parfois inadaptées **(Balamatsia et al., 2006)**, une augmentation de la surface exposée lors de la transformation **(Alvarez-Astorga et al., 2002)**, et des risques de contamination croisée par contact avec des surfaces ou des carcasses contaminées **(Veluz et al., 2012).**

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude menée dans la région de Tiaret. Notre approche repose sur une évaluation rigoureuse de la qualité bactériologique, incluant la numération aérobie sur plaque **(APC)** – un indicateur clé de la charge microbienne globale selon (**Byun et al. , 2003)** –, la recherche de coliformes – marqueurs fiables de m2contamination fécale et de mauvaise manipulation comme l'ont établi (**Dookeran et al. , 2012) et (Yang et al. , 2011)** –, et le dépistage de ***Salmonella***, pathogène majeur dans les produits avicoles.

Cette recherche vise à établir un diagnostic précis de la situation sanitaire dans la filière avicole locale, tout en proposant des solutions adaptées au contexte algérien. En alignant les pratiques locales sur les normes internationales (ISO, Codex Alimentarius), nous aspirons à réduire significativement les risques de toxi-infections alimentaires, à améliorer la sécurité des consommateurs et à renforcer la compétitivité de toute la filière avicole nationale. Les résultats de cette étude pourraient ainsi jeter les bases d'une politique de qualité plus robuste, capable de concilier performance économique et sécurité sanitaire dans ce secteur stratégique de l'économie algérienne.

Partie bibliographique

Chapitre I

Généralité sur la viande de poulet

Chapitre I : généralité sur la viande de poulet

1-Définition de la viande :

La viande se définit selon 3 points :

- **Du point de vue technique** il s'agit d'un tissu musculaire qui a subi certaine modification microbiologie après la mort de l'animal.

- **Selon l'organisation mondiale de la santé animale (OMS)**, la viande désigne toutes

Les Parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau ». Dans ce vocabulaire sont inclues la chaire des mammifères (Ovin, bovin, caprin, camelin) et des oiseaux (poulet, dinde, pintade) et celle des poissons **(Benkhelifa et Derardja., 2021).**

- **Du point de vue du consommateur**, elle inclut le tissu adipeux l'os et muscles

Squelettiques ainsi que les abats (**Disenhaus et Jego. , 2004).**Jusqu'à la fin de l'année 2002, la définition communautaire de la viande ne faisait pas distinction entre les muscles, les gras et les abats. Depuis Janvier 2003, une directive européenne définie la viande comme suit : « Muscles attachés au squelette » (**Antoine, 2016**). Les autres parties comestibles des animaux comme les abats (cœur, foie... ou les gras) doivent être étiquetés en tant que tels et non comme viande **(Beisson, 1999).**

2- les types de viande

Traditionnellement, les viandes sont classées par rapport à la couleur de leur chair en :

- ✓ **Viandes rouges**

La viande rouge correspond à toutes les parties de la carcasse des animaux domestiques propres à la consommation humaine tels que les bovins, les ovins, les caprins, les équidés.

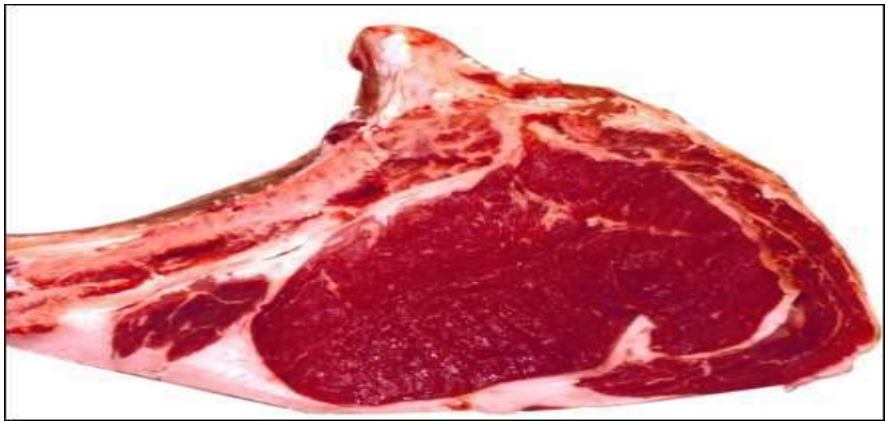


Figure 1 : viande rouge bovine (Bouduika et Ghiat., 2017)

- ✓ **Viandes blanches**

La viande blanche regroupe toutes les parties comestibles des volailles et du lapin. La couleur de la chair permet également de les classer : volailles à chair blanche (poules et coqs) et volailles à chair rose (lapins d'élevage) (**Bouduika et Ghiat., 2017)**

Figure 2 : viande blanche de poulet (Boudjemaa et Selawi., 2019)

- ✓ **Viandes dites noires:**

C'est-à-dire le gibier (à plumes, à poils) qui est très peu consommé et ne soulève donc pas de soucis nutritionnels

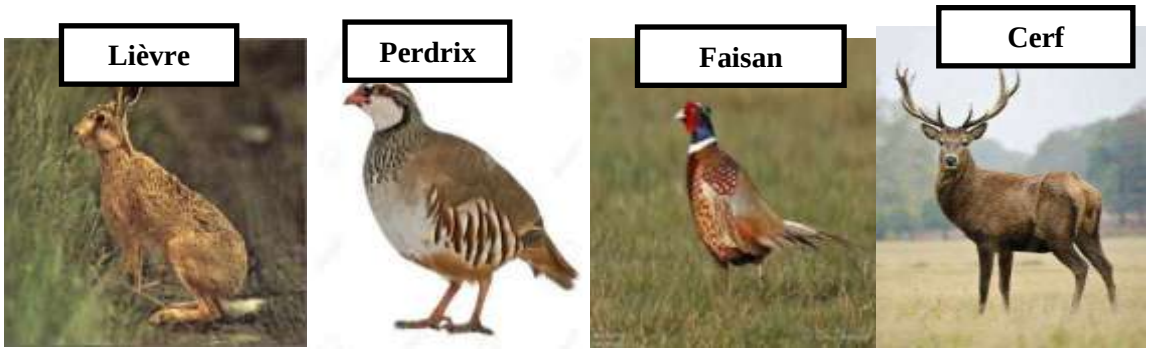


Figure 3:gibiers à plumes et à poils (Boudjemaa et Selawi., 2019).

- ✓ **Viandes roses (porc).**

Figure 4 : viande rose du porc (Boudjemaa et Selawi., 2019)

- ✓ **La viande de poisson :**

Sont des vertébrés au même titre que les animaux producteurs de viande. Les principales espèces suivantes : sardines, morues, thons, maquereaux, poissons plats (soles, turbots, limandes). La couleur de leur chair varie selon plusieurs paramètres (la saison, le sexe, l'âge, etc.) allant du blanc au rouge **(Boudjemaa et Selawi., 2019).**

3- Définition de poulet

Un poulet est une jeune volaille, mâle ou femelle, de la sous-espèce *Gallus gallusdomesticus,* élevé pour sa chair. Le poulet fait partie de l'ensemble des animaux dit de basse-cour "volailles" les oiseaux appartenant aux espèces : poule, dinde, pintade, canard et oie **(Benkhelifa et derardja., 2021).**

4- viande de poulet

C'est toute carcasse de poulet ou morceaux de carcasses de poulet « un poulet entier sans abats » **(Fig. 5)**, consiste en une carcasse intacte avec toutes ses parties **(**brechet, hauts de cuisse, pilons, ailes, dos et graisse abdominale). La tête et les pattes sont enlevées, la glande uropygienne et le croupion peuvent l'être ou non. Le gésier, le cœur, le foie et le cou avec ou sans la peau (abats) sont enlevés (**Norme CEE-ONU., 2007)**.

Figure 5 : poulet entier sans abats (Boudjemaa et Selawi., 2019)

4.1- Les principales parties comestibles dans un poulet

Différentes parties du poulet ont une texture et une forme différentes, et chacune ayant des caractéristiques et un gout spécial, parmi ces principales parties :

4.1.1- Poulet découpé

Un poulet découpé en deux, en quatre ou en huit, s'entend d'un poulet entier sans abats, contient deux sections de la bréchet avec le dos et les cotes, deux cuisses avec le dos et les ailes (**Norme CEE-ONU., 2007)**.

Figure 6 : poulet découpé en huit, en quatre et en deux (Norme CEE-ONU., 2007).

4.1.2- Gésiers préparés

Le « gésier préparé » est prélevé à l'intérieur de la carcasse. Les gésiers sont coupés mécaniquement et préparés par enlèvement de la paroi interne et des substances qu'ils contiennent. La graisse et les autres organes adhérents sont enlevés.

Le gésier, coupe mécanique, est constitué par un ou plusieurs morceaux de la partie musculaire large du tube digestif, de forme irrégulière (**Norme CEE-ONU., 2007)**.

Figure 7 : Gésier préparé de poule (Norme CEE-ONU., 2007).

4.1.3- Foie du poulet

Le « foie » est prélevé à l'intérieur de la carcasse. La poche contenant la bile (vésicule biliaire) est enlevée. Le foie est constitué par un organe lisse de couleur brunâtre a rougeâtre comprenant un ou plusieurs lobes de forme et de taille irrégulières (**Norme CEE-ONU., 2007)**.

Figure 8 : Foie de poulet (Norme CEE-ONU., 2007)

4.1.4- Cœur du poulet

Le « cœur » est prélevé à l'intérieur de la carcasse. La graisse attachée au cœur, le péricarde et la crosse de l'aorte ne sont pas enlevés. Le cœur avec « coiffe » est constitué par le muscle central de l'appareil circulatoire et ses tissus annexes (**Norme CEE-ONU., 2007)**.

Figure 9 : Image d'un cœur de poulet

La partie de poulet exclues de la consommation humaine : est le sang, et les parties non consommables par l'Homme : plumes, viscères autres qu'abats, pattes, tètes, os. (Pattes comestibles sur le marché asiatique) **(Malher*et al*.., 2015)**.

5- la valeur nutritionnelle de la viande de poulet

La viande de poulet est une viande blanche qui contient moins de graisse entre ses fibres musculaires. Ses muscles sont formés par des fibres blanches. Ces fibres ont une faible densité capillaire (faibles taux de myoglobine), et la viande conserve une couleur blanche après la cuisson, d'où son nom de " viande blanche " **(Jacotot*et al* ., 1983).**

La volaille constitue une source de protéines animales appréciables et économique production à grande échelle, plus rapide et moins couteuse que tout autre animal de boucherie (ovins, bovins…) notamment pour les pays en voie de développement, ce qui a justifié son développement très rapide sur l'ensemble du globe **(Kaci., 2007).**

Les volailles en général et le poulet en particulier se différencient des viandes de mammifères par le fait qu'elles contiennent moins de graisses :

- La chair de poulet contient moins de graisses que la viande de bœuf ou de mouton
- Moins d'acides gras saturés : de tels acides font monter le niveau de cholestérol dans le corps ; Et plus d'acides gras insaturés : ils neutralisent et en partie l'action des acides gras saturés dans l'organisme **(Nedjal et El Bey., 2022)**

Les viandes de volailles sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant et une teneur faible en matière grasses. Mais, ces proportions diffèrent selon l'espèce, le muscle considéré, et les méthodes d'analyses employées.

Ces viandes apportent environ 18% de protéines, la teneur varie selon le sexe et l'âge de l'animal. En effet, on trouve plus de lipides chez les femelles et les animaux âgés (14 à 20%)

Tableau 1 : les compositions nutritionnelles des viandes blanches (Eadmusik., 2008 cité par Benkhelifa et Derardja. , 2021)

Composés	% dans 100g de viande blanche
Eau	75
Protéines	19
a) Myofibrillaires	11.5
b) Sarcoplasmique	5.5
Lipides	2.5
Triglycérides Phospholipides	2.5
Hydrocarbures	1.2
Glycogène	0.1
Sels minéraux	2.3
Potassium	0.35
Sodium	0.05
Calcium zinc et traces	0.03
Magnésium	0.02
Autres	1.85
Vitamine du groupe B (mg/100g)	
Vitamine B1	0.23
Vitamine B2	0.24
Vitamine B3	5
Vitamine B5	0.63
Vitamine B6	0.36
Vitamine B9 (µg/100g)	11.7
Vitamine B12	1.88

5.1- Apport en énergie

La faible teneur calorique de ces viandes associées à la richesse de ses protéines en fait des

aliments de choix les régimes hypocaloriques. Effectivement, les viandes de volaille sont des aliments peu énergétiques et grâce à leurs propriétés à apaiser la faim constitue un excellent allié dans les régimes minceurs **(Ammour., 2022).**

5.2- Apport en protéines

Les protéines des viandes de volailles**,** dont la biodisponibilité est d'environ 95%, présentent des concentrations élevées en acides aminés essentiels, (l'organisme est incapable de les synthétiser). Ils doivent donc être nécessairement apportes par l'alimentation **(Fernandez, 2007).** Ces acides aminés assenties sont en proportions idéal dans les viandes de volailles. Il s'agit notamment de lysine et de méthionine qui sont présent en quantité restreinte dans des très nombreux aliments, de l'arginine de la phénylalanine et la cystéine.

Elles se répartissent en 03 catégories en fonction de leurs solubilités : protéine sarcoplasmiques (protéine extractible à faible force ionique) protéine myofibrillaires (protéine extractible à force ionique élevée) et protéine du cytosquelette et collagènes ou protéine de stroma **(lawrie R., 1991).**

5.3-Apport en lipides

Chez les oiseaux, la synthèse des lipides est essentiellement hépatique. Ainsi, l'état d'engraissement du poulet résulte en grande partie du métabolisme des lipides dans le foie, les tissus adipeux étant surtout des tissus de stockage **(Alleman et al. , 1999).**

Chez les poulets âgés de 41 à 60 jours, 42% des lipides corporels totaux se retrouvent associés à la peau, 24% au squelette, 22% aux viscères dont 15% dans la masse de gras abdominal et 8% sont présents dans les muscles. Ainsi, La comparaison des viandes de volailles aux différentes viandes révèle que les viandes de volailles se compare avantageusement moins grasses que les autres viandes **(Nir et al., 1988).**

5.4-Apport en glucides :

Les muscles de volailles ne contiennent pas de glucide ou alors très peu (environ 1 %),

Principal- élément sous forme de glycogène (**Favier et al ., 1995 cité par Ammour).**

5.5-Apport en vitamines

Les vitamines sont indispensables à la croissance, à la reproduction et au fonctionnement de l'organisme humain qui ne peut les synthétiser lui-même. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation. Les données bibliographiques concernant la teneur des viandes de volailles en vitamines liposolubles sont très peu nombreuses. La vitamine D étant présente à l'état de traces uniquement. La viande de poulets est une source importante de vitamine B3 (niacine). Celle-ci permet, entre-autres, de conserver une peau saine. Elle apporte également de la vitamine B6 (pyridoxine), qui entre dans le processus de régulation et de construction des tissus, à partir des protéines. La chair du poulet est riche en vitamine B5 (acide Pantothénique). Celle-ci est notamment utile pour le renouvellement de la peau et des cheveux et pour le fonctionnement du système immunitaire (**Nedjel et El Bey., 2022)**.

5.6-Apport en minéraux et oligo-éléments

Les viandes de volaille constituent une excellence source de minéraux et d'oligo-élément pour maintenir le corps humain en bonne santé (**Favier, et al 1995 cité par Ammour)**.

5.7-Apport en eau

L'eau qui compose plus de 75% du muscle est répartie en eau intracellulaire et en eau extracellulaire. L'activité de l'eau (Aw) est déterminée par l'eau extracellulaire qui s'écoule plus librement que l'eau intracellulaire **(Boudjemaa et Selawi., 2019).**

6- Importance de la viande de poulet dans l'alimentation.

Les viandes de volailles (majoritairement de poulet) sont des produits de bonne qualité nutritionnelle, diététique, économiques, commodes, faciles à cuisiner, qui conviennent à toutes les catégories d'âge. Selon (**Fernandez., 2007)**, La viande de poulet indigène peut fournir 12% (pour un enfant) et 6% (pour un adulte) de potassium pour répondre aux besoins estimés de personnes en bonne santé. De plus, la viande de poulet et aussi dinde contiennent un grand nombre de nutriments qui participe à la couverture des besoins nutritionnels liés à la croissance et au maintien de l'organisme en parfaite santé :

6.1-Foie de poulet :

De nombreux médecins recommandent la consommation du foie de poulet pour ses nombreux avantages, notamment : prévenir l'anémie et prévenir les anomalies fœtales, la production de

myoglobine musculaire, prévient l'anxiété et la tension, soulage la nervosité et le stress psychologique, et augmente la fertilité chez les deux sexes… Cependant, il faut manger le foie modérément car -selon les diététistes- il contient un taux élevé de cholestérol nocif, responsable de l'athérosclérose et des maladies cardiaques. Le foie de poulet provoque une glycémie élevée, et aussi, n'est pas recommandé aux personnes ayant un taux de vitamine A élevé, car le foie de poulet est très riche en cette vitamine.

Tableau 2 : composition chimique moyenne de la viande de poulet % (CIDEF., 2003).

Parties	Humidités	protéines	Lipides	Matières minérales	Collagène
Escalope sans peau	**73-75**	**23-24**	**0.9-02**	**0.8-1.2**	**1.5-2.5**
Cuisse sans peau	**71-74**	**18-20**	**03-05**	**0.8-01**	**05-08**
Peau	**35-40**	**.9-12**	**26.9**	**0.4-0.6**	**47-58**

7-situation de la filière viande blanche dans le monde et en Algérie

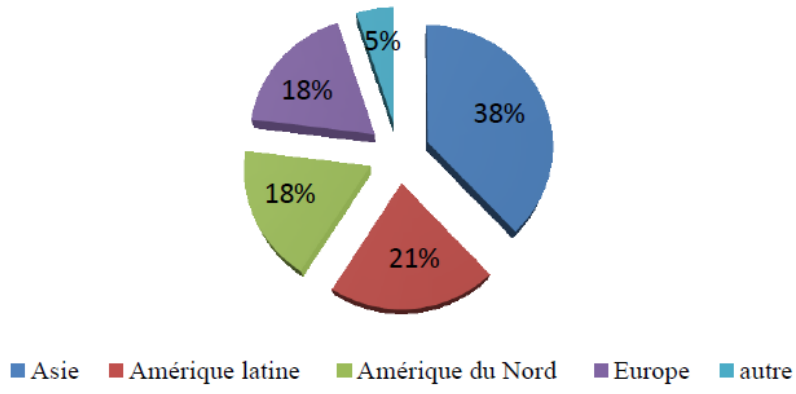
7.1- dans le monde

L'aviculture est l'une des principales sources de production de Protéines animales (viande + œufs) et les produits issus de l'élevage avicole représentent environ un tiers des protéines Consommées dans le monde **(FAO., 2010).** Sa production est en constante progression (+de 2% par an).Le premier continent producteur de volaille en 2015 reste l'Asie avec 35 % de la Production mondiale (Chine, Inde, Thaïlande, Indonésie). 20 % de la production mondiale de Volaille est assurée par l'Amérique du Nord (aux Etats-Unis principalement). En 3ème position vient l'Amérique du Sud qui contribue à hauteur de 19 % de la production mondiale grâce à la production Brésilienne.

Les importations sont moins concentrées au niveau mondial, la somme des 10 premiers pays importateurs et de l'**UE** ne représentent que 63 % des importations totales de viandes de volaille. En 2019, les principaux importateurs sont la Chine et Hong-Kong avec 11 % de volume, suivis du Japon (8 %), du Mexique (7 %) et de l'Union européenne (6 %). Parmi les pays du Proche et Moyen Orient, l'Arabie Saoudite, les Émirats Arabes Unis et l'Irak comptent pour 11 % des importations de viandes et préparations de volailles. La Russie,

aujourd'hui exportatrice nette, a fortement baissé ses importations depuis 2014 (-50 %) (**Magdelaine., 2021**).

Figure 01 : Production mondiale de volailles dans la monde par région en 2019 (Magdelaine, 2021).



La figure 10 : la production mondiale avicole par région en 2019 (Magdelaine., 2021).

Tableau 3 : principaux producteurs de viande de volailles (Deman., 2016).

	Production 2015 (millions de tonnes)	**Evolution par rapport 2014**
Etats-Unis	**21.2**	**+2.9%**
Chine	**19.0**	**+2.8%**
Union Européen	**13.8**	**+3.8%**
Brésil	**13.8**	**+3.6%**
Russie	**4.10**	**+11.4%**
Monde	**114.8**	**+3.4%**

7.2- En Algérie

La filière avicole algérienne a été initiée dans les années **1960**, peu après l'indépendance, dont le but est d'assurer la sécurité alimentaire et réduire la dépendance aux viandes rouges importées.

7.2.1- Les principales structures depuis l'indépendance jusqu'à l'heure actuelle

- Création des premiers **élevages industriels** par l'État **(Complexe avicole de Sétif, 1968).**

- Mise en place des **abattoirs publics** (**ENVIAC**, Entreprise Nationale de Viandes Avicoles).

- la libéralisation partielle pour encourager les investissements privés **(loi 88-26 de 1988)** ayant pour conséquences l'accélération de la croissance ; la production passant de **95 000** tonnes **(1980)** à **180.000** tonnes **(1990)**et le développement des aliments composés (même si **60%** des matières premières restaient importées.

-**Essor industriel** (**années 2000-2010**) :

La décennie **2000** consacre l'aviculture comme **première filière agro-industrielle** d'Algérie. Plus de **212 %** de production **(300 000** tonnes en **2010** contre **95 000** tonnes en **1980**) (**Kaci et al., 2013**). **4,8 milliards d'œufs** produits annuellement (**Ministère de l'Agriculture., 2022**).

- **Modernisation** :

- Adoption de souches à croissance rapide (**Cobb 500**, **Ross 308**).
- Mécanisation des abattoirs **(Groupe Cevital., 2005)**.

7.2.2- Situation Actuelle (2020-2023)

- **340 000 tonnes** de viande blanche/an (équivalent à **12 kg/habitant/an**).
- **20 000 éleveurs** et **500 000 emplois** directs/indirects **(ONS., 2021).**

Qualité et Normes :

- Seuls **12%** des abattoirs aux normes **UE (DGVA, 2021)**.
- **Contaminations microbiennes** fréquentes (***Salmonella*** dans 15% des échantillons) **(Institut Pasteur., 2019)**.

Chapitre II

Technologie de la viande

Chapitre II : la Technologie de la viande

1- La chaine d'abattage des volailles

L'abattage des volailles suit un processus standardisé pour garantir la qualité et la sécurité sanitaire. Les principales étapes sont :

1.1- Ramassage et Transport des volailles vivantes

Les poulets ayant un âge de 6 à 8 semaines sont triés et entassés dans des cageots, puis placés dans des camions pour être transportés vers le site d'abattage (**figure 11**).

D'après (**Turner et al., 2003)**, le chargement à bord du camion se déroule la nuit afin de limiter les perturbations causées par le ramassage. En effet, dans l'obscurité, les poulets sont généralement plus calmes. Le temps de transport doit être le plus court possible.

Figure 11 : Ramassage et transport vers le site d'abattage (Blali et Laibi, 2022)

1.2- La réception de volailles :

Arrivé à l'abattoir, le camion transportant la volaille est déchargé sur le quai de réception, où les caisses sont pesées sur un pont bascule pour déterminer le poids brut. Lors de la réception, la volaille subie une inspection sanitaire *ante-mortem* assurée par les services vétérinaires. La volaille impropre à la consommation ou suspecte est saisie sur pied et isolée et juste après déchargement de camion, celui-ci subit un lavage et un nettoyage.

1.3- Stabulation

Et c'est après le processus de transport et avant l'abattage pour que les poulets aient un temps de repos. Il faut mettre les poulets au repos dans un endroit frais et leur donner la possibilité de s'abreuver à volonté mais à jeun pendant 12 heures au moins avant l'abattage pour que les opérations d'effilage et d'éviscération soient correctement effectuées En plus de son avantage pratique, il est considéré comme un moyen de réparer les défauts et les dommages de transport et de tension de diverses manières.

1.4- L'accrochage :

La volaille est accrochée par les pattes en le tenant des ailes pour éviter son débattement.

1.5- la saignée ou abattage

L'abattage ou la saignée **(figure 12)** est un processus important pour conserver la viande, car il permet de débarrasser plus de 50% du sang.la saignée se fait manuellement par un opérateur qualifier. Elle doit être rapide, complète et d'un seul coup et selon le rite islamique. Elle est effectuée par section de la jugulaire et de la carotide **(Fraysse et al., 1990).**

Figure 12 : La saignée des poulets (Jouve., 1996).

1.6- l'échaudage

Le poulet est introduit dans un bac d'eau chaude dont la température est de 51 à 52 °C. Pour faciliter l'enlèvement ultérieur des plumes **(Charif et Sadoudi., 2016).**

Figure 13 : Etape d'Echaudage des poulets saignés (Charif et Sadoudi., 2016)

1.7- la plumaison

Elle consiste à éliminer les plumes tout en préservant l'intégrité de la peau. Elle est effectuée entre des tambours rotatifs sur lesquels sont fixés des doigts de caoutchouc qui frappent les plumes et les détachent (**Paquin., 1992)**.

1.8- l'éviscération

Les viscères thoraciques et abdominaux (intestins, foie, rate, cœur, gésier, poumons) sont enlevés, de même la tête est détachée **(Paquin., 1992). Risque majeur : contamination croisée par salmonella et Campylobacter (Efsa., 2020)**

Figure 14 : Eviscération des carcasses (Paquin., 1992).

1.9- le lavage

C'est le processus d'élimination de la saleté et des taches de sang et améliorer l'aspect des carcasses. Il se fait par lavage d'eau potable sur les carcasses **(Charif et Sadoudi., 2016).**

1.10- le ressuage

Les carcasses sont placées dans une salle frigorifique dite de ressuage destinée à leur faire perdre l'humidité de surface et à les refroidir à 0°C à cœur. Le ressuage est considéré comme étant une cryodessiccation. Il fait perdre à la carcasse environ 1% de son poids **(Paquin., 1992)**. D'après (**Jouve., 1996) ,** le ressuage permet de limiter la multiplication ultérieure des microorganismes et évite la souillure de la partie aval de l'abattoir par l'humidité présente à la surface des carcasses.

1.11- l'inspection *post-mortem*

S'effectue après l'abattage et repose sur l'observation des carcasses et des organes par la recherche des anomalies de coloration, de consistance et d'odeur. Elle fait appel, au moindre doute, à des examens complémentaires de laboratoire **(Charif et Sadoudi., 2016).**

1.12- le calibrage et conditionnement

Les volailles ainsi ressuyées sont transférées vers une salle de calibrage. Un système de calibrage automatique permet d'effectuer un classement pondéral individuel des carcasses.

Le conditionnement final de produit doit permettre une protection efficace contre toute souillure ultérieure **(Lahellec et Colin., 1980).**

1.13- le stockage

C'est l'une des plus importantes étapes de la chaîne d'abattage. Le stockage se fait dans la chambre froide à basse température, de l'ordre de (–18 à – 20°C). La durée de stockage ne doit pratiquement pas être supérieure à 6 mois, afin d'éviter d'éventuelles contaminations **(Colin., 1972).**

1. 14-le transport des carcasses

Il est nécessaire de disposer d'un moyen de transport approprié entre l'abattoir et le marché. Ce moyen utilisé pour le transport des carcasses doit contenir un système de refroidissement. Le processus de déplacement des carcasses a un impact significatif sur sa conservation par le circuit commercial **(FAO., 1994).** Si la viande n'est pas immédiatement mise en vente, la

viande doit être conservée au frais pendant quelques jours après l'abattage. La salle doit être propre, bien éclairée, bien ventilée et contienne des étagères. La viande transportée par camions ou charrettes doit être suspendue et n'est pas recommandée de prolonger le voyage à plus d'un jour. Ainsi, il est interdit de poses la viande au sol en présence d'insectes, de rongeurs ou d'oiseaux **(FAO., 1994).**

1.15- la commercialisation des viandes

Les bouchers sont les détaillants de la commercialisation des viandes, ils remplissent la fonction de transformation et de vente en détail des viandes. Généralement, en Algérie, l'absence de cadre institutionnel et d'instruments de régulation appropriés n'autorisent pas encore une organisation transparente des marchés du bétail et de la viande. Une reconstitution des coûts et des prix à différents stades de la filière sur un circuit long, depuis la zone de production jusqu'au marché de consommation, donne un ordre de grandeur du partage des marges et du rapport de force entre les acteurs de la filière **(Kaid, 1993).**

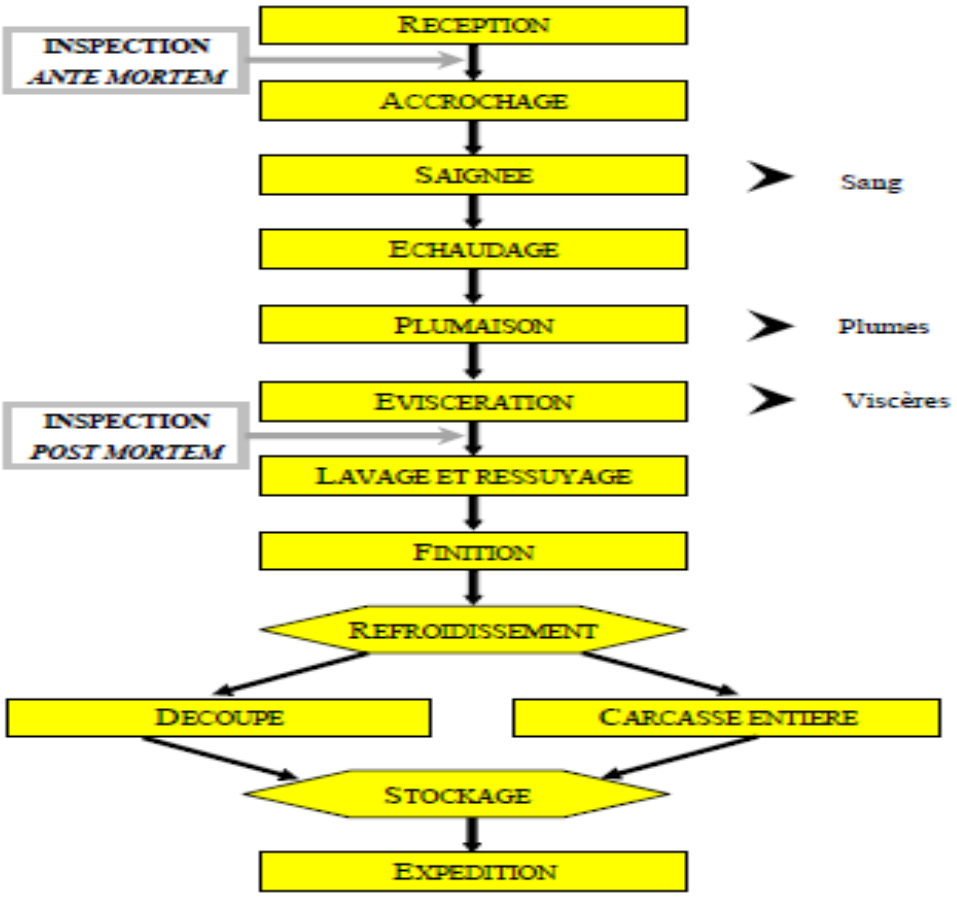


Figure 15 : diagramme d'abattage de volaille (Guergueb., 2022)

2- La transformation du muscle en viande

2.1- La notion d'un muscle squelettique

Le muscle est un tissu d'un organisme vivant animal ou humain, caractérisé par sa Capacité à se contracter, alors que la viande désigne l'ensemble des aliments d'origine animale élaborés à partir des tissus musculaires et destinés à l'alimentation notamment humaine **(Denoyelle., 2008)**

2.1.1- La macrostructure des muscles squelettiques

Un muscle squelettique (Figure 1) est composé d'un ensemble de faisceaux musculaires composés, eux-mêmes, d'un ensemble de fibres musculaires.

Le tissu conjonctif assure l'organisation de la structure musculaire. Il consiste en trois couches : l'extérieure (*L'épimysium*) entoure un muscle entier et est connectée au fascia profond (l'enveloppe qui recouvre les structures anatomiques avoisinantes). Cette couche sépare les muscles des tissus voisins.

La couche intermédiaire *(*le *périmysium*) entoure un faisceau de fibres musculaire et le sépare, au sein du muscle, des faisceaux voisins. De plus, cette couche contient **les nerfs** et **les vaisseaux sanguins** du muscle.

La troisième couche (*l'endomysium*) entoure une fibre musculaire individuelle et la sépare, au sein du faisceau musculaire, des autres fibres musculaires. **Les capillaires sanguins** et **les plaques motrices** se trouvent dans cette couche. Aux extrémités du muscle, les trois couches fusionnent, formant ainsi les points d'attachement (*les* tendons) à la matrice osseuse **(Tylor., 2003).**

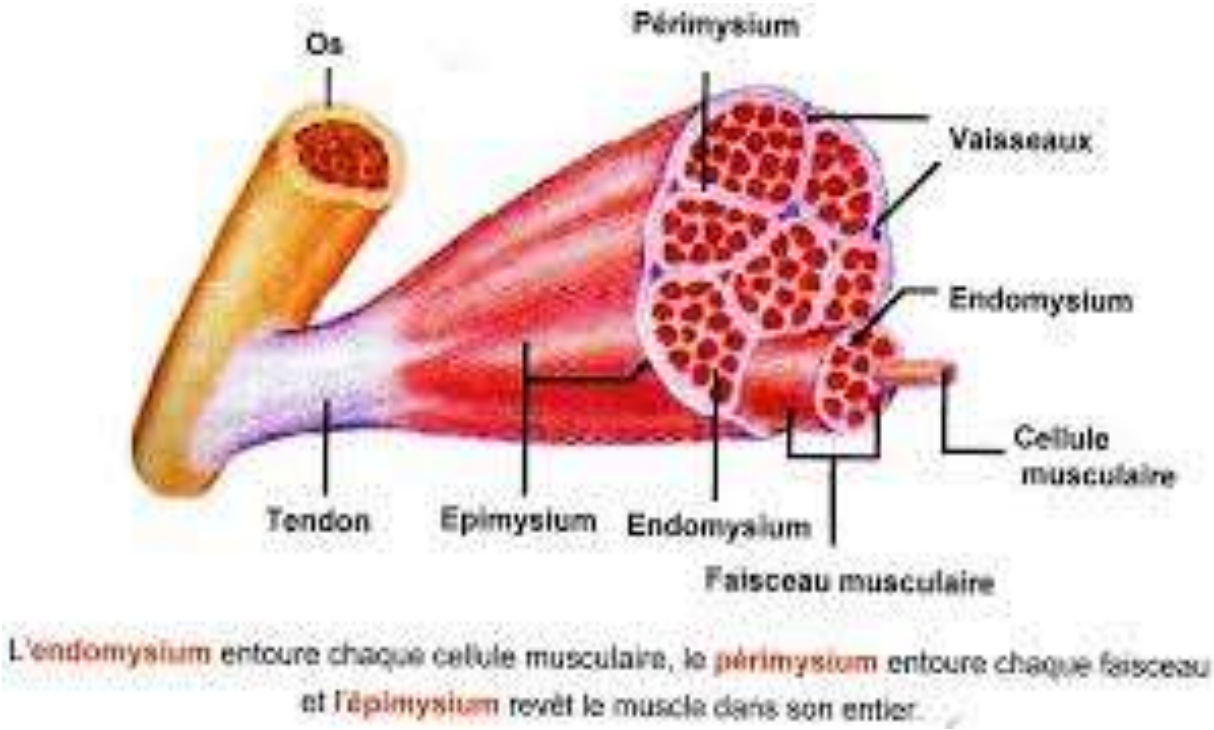


Figure 16 : Enveloppe de tissu conjonctif d'un muscle (Marieb et coehn., 2018)

2.1.1.1- La cellule musculaire striée squelettique ou *Rhabdomyocyte*

Les *fibres* musculaires sont des cellules multi- nucléées se caractérisant par une longueur (jusqu'à 20 cm) et une largeur (10-20 µm).

Le *sarcolemme* est la membrane cellulaire qui entoure le cytoplasme (*le* sarcoplasme) des fibres. Cette membrane joue un rôle important dans la contraction musculaire du fait que le changement du potentiel transmembranaire au niveau du sarcolemme est l'action qui permet l'entrée de l'influx nerveux à l'intérieur de la cellule musculaire. Le sarcoplasme est le milieu où se trouvent la réserve énergétique (*le* glycogène) de la cellule et la myoglobine (*le* transporteur d'O_2). Le dispositif chargé de transporter l'influx nerveux du sarcolemme à l'intérieur de la cellule et qui assure la contraction simultanée de la fibre sont les tubules transversaux (*les* tubules T).

Le réticulum sarcoplasmique a des expansions que l'on appelle les citernes terminales. Le calcium (Ca^{++}), dont la libération déclenche la contraction musculaire, est stocké dans ces citernes. Chaque tubule transversal transporte l'influx nerveux aux deux citernes terminales qui l'entourent **(Widmaier et al., 2014)**.

Chaque fibre musculaire est composée d'un faisceau de myofibrilles. Il existe deux types de myofibrilles : les fines (composées principalement d'actine) et les épaisses composées principalement de myosine). Elles s'étendent tout au long de la fibre musculaire et sont composées, chacune d'entre elles, d'une succession répétitive de sarcomères. Les sarcomères (Figure 2) sont l'unité fonctionnelle de la contraction musculaire et l'unité structurelle des myofibrilles.

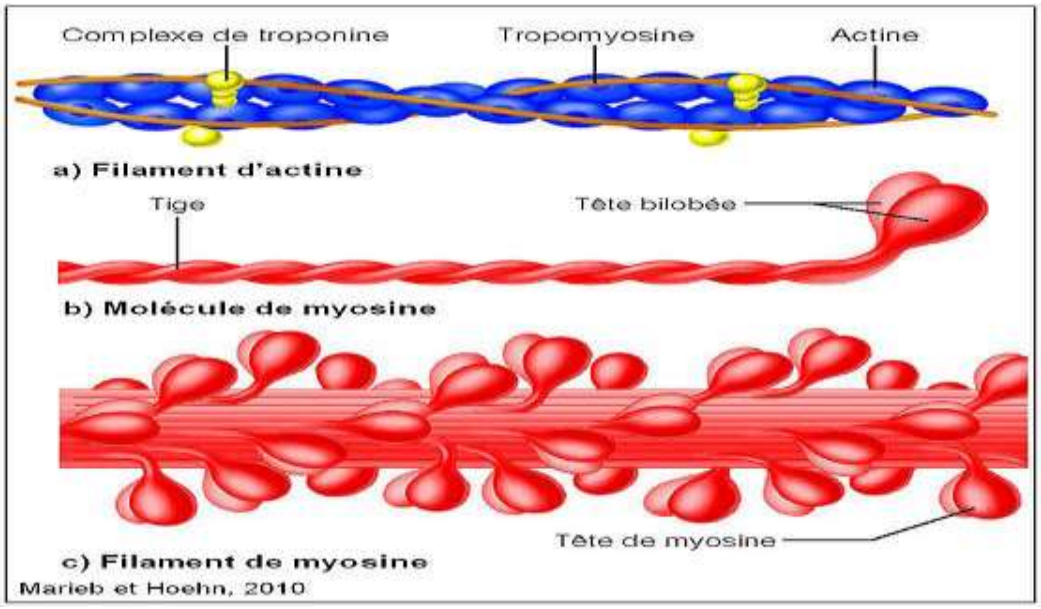


Figure 17 : Les protéines musculaires myosine et actine(Marieb et Hoehn., 2010)

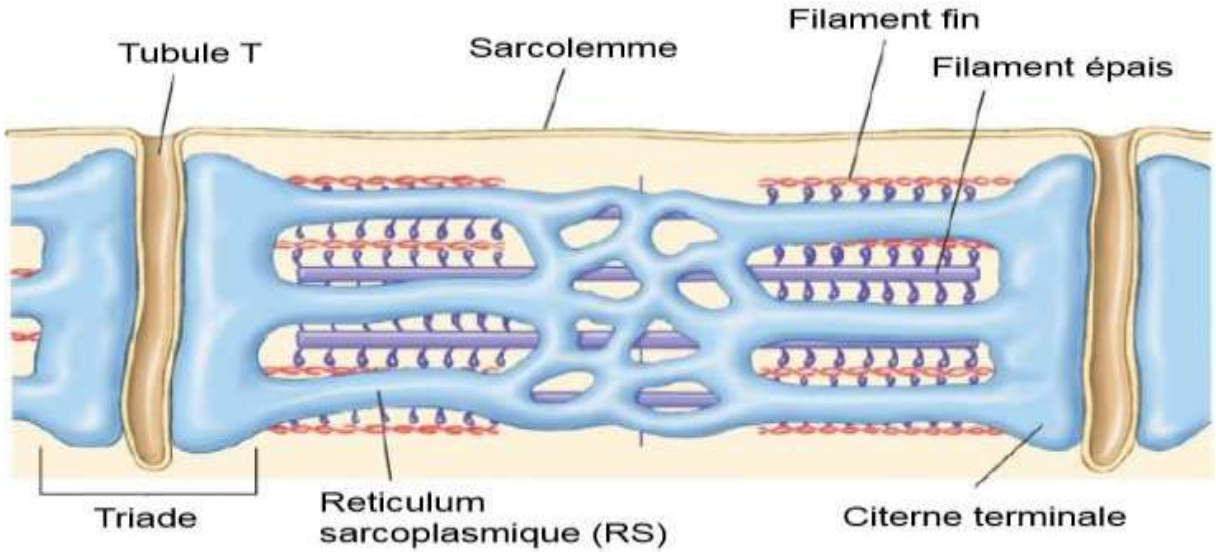


Figure 18 : L'organisation d'un sarcomère de la cellule musculaire striée squelettique (Marieb et Hoehn., 2010)

2.2- L'évolution de la viande après l'abattage (transformation du muscle en viande)

Après l'abattage, le muscle subit des transformations biochimiques pour devenir de la viande consommable.

Différents facteurs influent sur le cours de ces transformations : des facteurs intrinsèques, au muscle, son typage, qui définit la composition et la nature des équipements enzymatiques impliqués dans ces transformations, mais également l'âge, le sexe, et l'espèce qui ne sont pas sans effet sur les caractéristiques de typage des muscles, des facteurs extrinsèques , à savoir Les conditions d'abattage qui ont un impact direct sur la présentation et la durée de conversation, dont l'attention particulière doit être portée sur les conditions d'hygiène des personnels, de la chaine d'abattage et en règle générale considérer que toutes manipulations à tous les stades d'abattage sont des points critiques qui , Selon (**Vierling., 2003)** se répercutent directement sur la qualité de la viande **(Gacem et al., 2018).**

2.2.1- la phase pantelante ou état pantelant

Dans les secondes qui suivent l'abattage, la musculature demeure excitable pendant une courte durée correspondant à la durée de survie du système nerveux après la mort. Cette phase d'excitabilité est désignée sous le terme d'état pantelant, état encore très mal caractérisé. Pendant cette phase, le muscle réagit à toute agression extérieure par des réactions dues à des excitations nerveuses. Sa durée coïncide en effet avec la durée de survie du système nerveux et n'excède pas 20 à 30 minutes (**Zeghilet., 2009).**

2.2.2- la phase de *Rigor-mortis* ou la phase de rigidité cadavérique

La phase de la rigidité cadavérique est comprise entre les 10 et 48 heures qui suivent la saignée suite à l'épuisement de l'énergie dans le muscle qui devient progressivement raide et inextensible. Il faut noter que ce phénomène ne se produit pas immédiatement après la mort de l'animal parce que les sources d'énergie (*la* créatine phosphate et le glycogène) sont épuisées progressivement dans les cellules musculaires *post-mortem.*

Suite à l'épuisement total de l'énergie musculaire, les liaisons actino-myosines formées dans le tissu musculaire entre les myofilaments fins et épais ne peuvent plus être séparées (liaison irréversible entre la myosine et l'actine). Le muscle se trouve dans un état de contraction prolongée qui est à l'origine de la rigidité extrême de la carcasse observée après la mort de l'animal. La *rigor-mortis* progresse selon les phases suivantes **(Lyon and Buhr., 1999)** :

2.2.2.1- La phase de pré-*rigor* (ou de retard) :

C'est le temps qui passe entre la mort de l'animal et l'entrée des muscles en contraction prolongée. Durant cette phase, le muscle dispose d'une réserve suffisante d'ATP pour empêcher la formation de liaisons croisées actino-myosines permanentes. Par conséquent, les muscles conservent leur extensibilité pendant cette phase.

2.2.2.2- La phase d'entrée en *rigor-mortis*:

Cette phase est déclenchée au moment où la consommation d'ATP dépasse 60% de la réserve initiale d'ATP dans le muscle quel que soit le pH (la vitesse de la production d'ATP devient inférieure à celle de son hydrolyse due au manque d'oxygène après l'arrêt de la circulation sanguine) **(coibion L., 2008)**. Au cours de cette phase, la formation de liaisons croisées permanentes entre les myofilaments fins et épais a lieu et l'extensibilité des muscles est réduite en raison du raccourcissement des sarcomères.

2.2.2.3- La phase d'achèvement:

En absence de toutes sources d'énergie, la rigidité des muscles arrive à un niveau extrêmement élevé. La résolution de la *rigor-mortis* est en partie le résultat de l'activité *post-mortem* des enzymes protéolytiques ayant pour fonction la dégradation des différentes composantes des sarcomères notamment les lignes Z et les protéines cyto-squelettiques (*la* titine, la nébuline et la désmine). Par conséquent, les muscles retrouvent leur extensibilité *Post- mortem.* Cette énergie est encore générée, à ce stade-là, par la voie aérobie en utilisant le très peu d'oxygène se trouvant encore dans le sang qui reste dans les tissus après l'abattage. Une fois que cet oxygène est épuisé, le métabolisme énergétique aérobie cesse de générer de l'énergie. Par conséquent, la concentration d'ATP dans le muscle chute stimulant ainsi le passage du mode aérobie au mode anaérobie du métabolisme énergétique. En conséquence, au lieu d'être transporté à l'intérieur des mitochondries et d'être transformé en acétyl-CoA et entrer dans le cycle de l'acide citrique, l'acide pyruvique est réduit en lactate (Figure 19) par l'intermédiaire de l'enzyme *lactate déshydrogénase.* Cette réduction est accompagnée de la production de deux molécules d'ATP et de deux molécules de lactate **(Harvey et Ferrier., 2005).**

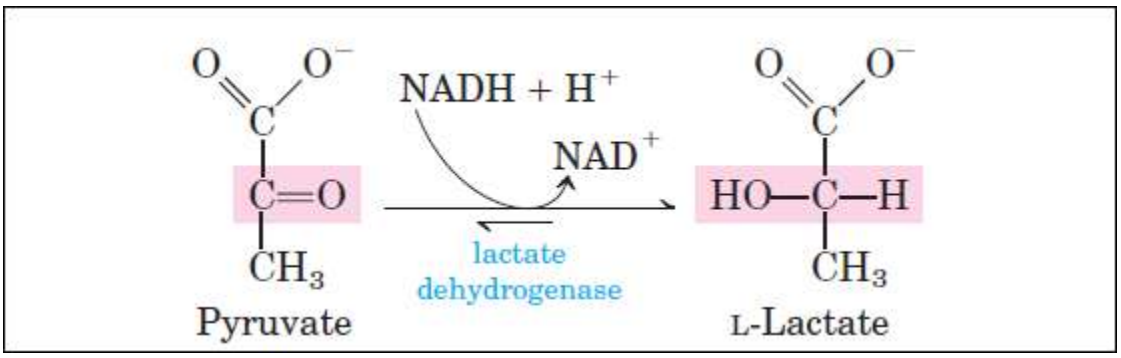


Figure 19 : Conversation de l'acide pyruvique en acide lactique (Berg et al., 2015)

L'accumulation de l'acide lactique dans le sarcoplasme des fibres musculaires est à l'origine de la chute du pH ***post-mortem.***

Chez les volailles, il est bien établi que le métabolisme énergétique *post-mortem* se réalise plus vite que celui des mammifères. Chez le poulet, le pH du muscle *pectoralis major* (*p. major*) chute de la neutralité au moment de l'abattage à une valeur variant de 6,0 à 6,5 à 15 minutes *post-mortem* et 6 à 8 h plus tard, il arrive à son point ultime (pHu) de chute, qui en moyenne est autour de 5,8-5,9 , et se stabilise à cette valeur que l'on retrouve à 24 h *post-mortem* . Contrairement au muscle *p. major*, le pH ultime des muscles de la cuisse chute plus lentement et à 24 h *post-mortem* ils atteignent en moyenne une valeur de 6,5 – 6.6.

2.2.3- Etat *rassi (*phase de la maturation) :

La phase de maturation est de loin la plus importante puisqu'elle conduit à une augmentation de la tendreté de la viande (**Ouali A., 1991).**

En effet, cette phase commence dès la mort de l'animal mais elle n'est décelable qu'après la *rigor*. Elle affecte principalement les protéines, où l'évolution du pH *post-mortem* sera à l'origine de plusieurs changements physico-chimiques observés dans les muscles et qui influencent largement la conversion de ceux-ci en viande (**Zeghilet., 2009).**

D'un point de vue qualité technologique, les changements les plus importants qui se produisent suite à la chute *post-mortem* du pH sont ceux observés au niveau de la fonctionnalité des protéines musculaires qui peuvent être classées en trois types :

L'hydratation (le pouvoir de rétention d'eau et la solubilité),

La structure et la texture (*la* gélification, la cohésion, l'adhésion et la viscoélasticité) et

L'activité de surface (l'émulsification et la formation de mousse). Tous ces attributs fonctionnels sont déterminés par la conformation (la structure spatiale) des protéines.

Par conséquent, tout facteur pouvant influencer la structure protéique conduirait à des changements de fonctionnalité et de la qualité des produits finaux.la viande commence à s'attendrir (sous l'effet de la maturation). Il s'agit d'un phénomène naturel qui résulte du relâchement des liens entre les fibres musculaires, établis lors de la *rigor-mortis*.

Ce relâchement se fait grâce à l'action de diverses protéases. Au cours de la maturation, seuls les protéines et les lipides de la viande sont transformés. Le collagène n'est pas modifié **(Harkati., 2007).**

2.2.4- Etat postérieur à la maturation :

A température ambiante, il y a putréfaction de la viande. Dans des conditions de conservation, il y a transformation de la viande en une pâte molle suite aux désagrégements des faisceaux musculaires. Cet état est conditionné par la température et le degré de contamination microbienne **(Craplet., 1966).**

3- la qualité de la viande :

3.1-la notion de qualité

La qualité d'une entité selon la définition **ISO 8402** :« c'est définir l'ensemble des caractéristiques de cette entité (activité, produit ou organisme) qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites en vue de son utilisation à la consommation et (ou) à la transformation » (**Coibion L., (2008).**

Sa recherche au sens large est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agro-alimentaire. Elle se définie à partir de système de référence : norme, labels, appellation. Elle s'obtient par l'application de procédures bien définis et maîtrisées. Pour **Elrammouz, 2005**, la notion de qualité de la viande est complexe, elle englobe une multitude des propriétés différentes pouvant être influencées par le producteur, le transformateur et le consommateur. Elle recouvre des aspects très variés ; hygiénique, organoleptique, nutritionnelle et technologique figure **(Gacem., 2018)**

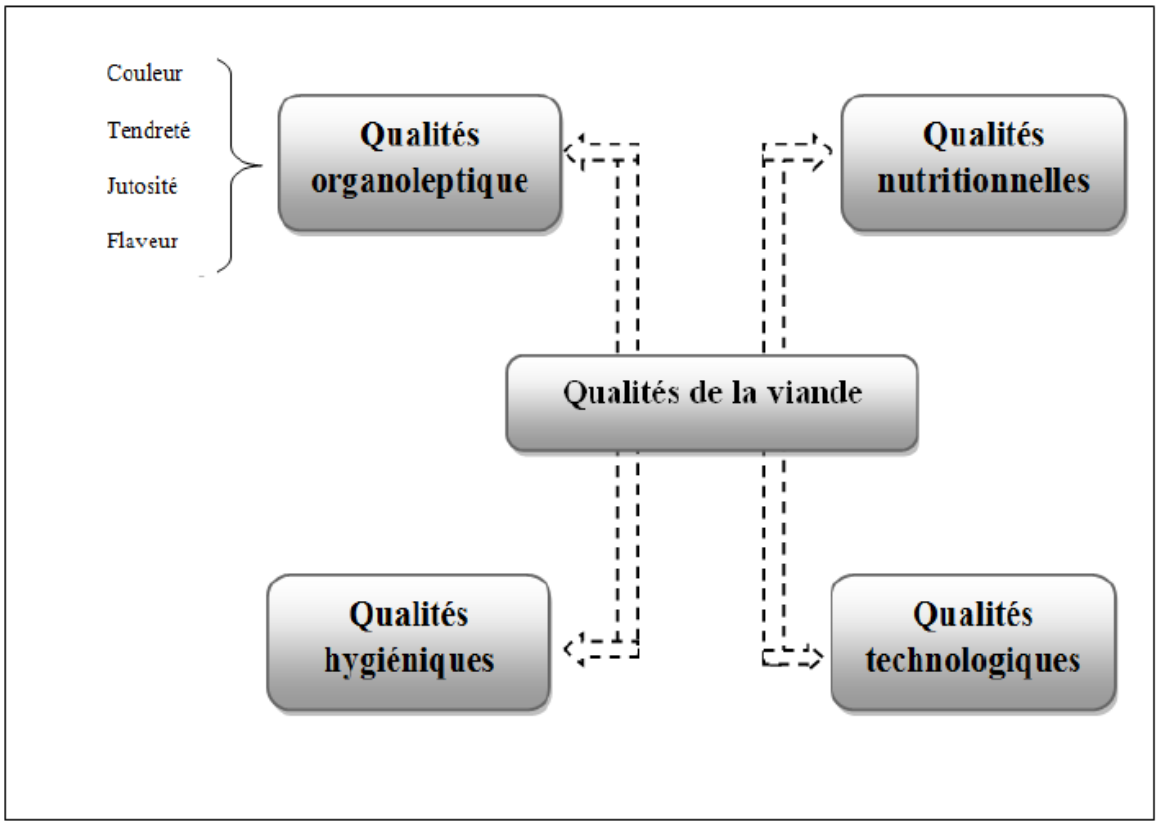


Figure 20 : Les critères de la qualité (Boudechicha., 2014)

3.1.1-Qualité organoleptique :

La qualité organoleptique regroupe les caractéristiques de la viande perçues par les sens du consommateur (l'aspect et la couleur, le goût et la saveur, l'odeur et la flaveur, la consistance et la texture). Ce sont les propriétés sensitives (**Lamoise P et al., 1984),**

Ces sensations peuvent se classer suivant trois modalités :

- **Qualitative**, déterminant la nature de la viande.
- **Quantitative,** qui représente l'intensité de cette sensation.
- **Hédoniste**, qui caractérise le plaisir ressenti par l'individu.

3.1.1.1- Couleur :

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. Elle dépend de la fraîcheur de l'aliment. Elle est majoritairement déterminée par une chromoprotéine « **la myoglobine** » (pigment responsable de la couleur de la viande (Figure 21), une protéine sarcoplasmique composée d'une seule chaîne, ayant une forme globulaire et servant de transporteur d'oxygène dans le tissu musculaire.

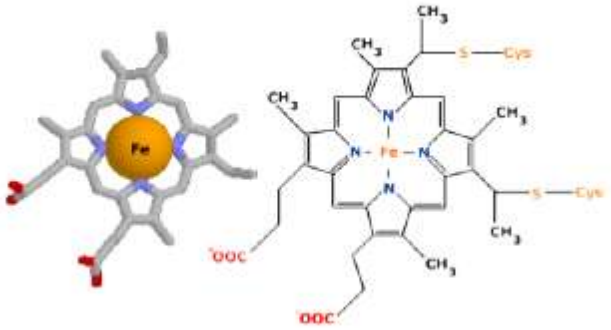


Figure 21 : Structure chimique de la myoglobine (McMurry., 2016)

Au contact de l'air, la myoglobine se combine avec l'oxygène formant ainsi l'oxymyoglobine de couleur rouge vif, couleur de viande synonyme de la fraîcheur recherchée par le consommateur (**Renerre.,1997).**

La myoglobine est une molécule qui stocke et échange l'oxygène. Elle existe sous trois formes qui déterminent la couleur de la viande, variant selon la nature de la myoglobine (oxydée ou réduite) et la quantité de cette myoglobine dans le muscle **(Chinzi., 1989).**

Au-delà des variations normales de couleur qui sont liées au type de fibres et à l'activité métabolique (fibres blanches, glycolytiques et à faible teneur en myoglobine et fibres rouges, oxydatives et à forte teneur en myoglobine), la couleur de la viande est largement influencée par les variations *post-mortem* du pH.

- Un pH bas provoque une décoloration de la viande,
- Un pH élevé donne aux viandes une couleur sombre

Chez le poulet, deux facteurs importants jouent sur la couleur de la viande.

- Le premier, c'est l'activité de l'enzyme cytochrome oxydase. Cette enzyme estimpliquée dans la réduction de la met-myoglobine (couleur brune) en oxy-myoglobine en présence d'O_2 (couleur rouge cerise brillant) ou en déoxy-myoglobine en absence d'O_2 (couleur rouge violacé). L'activité de cette enzyme augmente d'autant plus que le pH de la viande augmente **(Lawrie., 2006)**
- La deuxième, c'est l'absence du phénomène de dénaturation et la perte de fonctionnalité des protéines musculaires.

  À un pH supérieur à 6.1, les protéines musculaires (sarcoplasmiques et myo-fibrillaires) sont au-delà de leur point iso-électrique. En conséquence, la majorité de l'eau du muscle reste attachée aux protéines dont la fonction est de relier l'eau et les

fibres musculaires deviennent étroitement compressées les unes contre les autres formant ainsi un barrage empêchant la diffusion de l'eau vers l'extérieur. Dans ce cas la dispersion de lumière par le tissu musculaire devient plus faible alors que la capacité de la myoglobine à absorber la lumière augmente et le trajet parcouru par cette dernière en traversant le tissu musculaire devient plus long ce qui attribue à la viande une couleur plus foncée ou plus sombre. En revanche, à un pH faible (inférieur 5.7), les phénomènes opposés sont observés suite notamment à la dénaturation des protéines qui entraine la perte du pouvoir colorant de la myoglobine mais aussi la réduction du pouvoir de rétention d'eau. Ainsi la dispersion de la lumière par le tissu musculaire augmente tandis que la capacité de la myoglobine à absorber cette lumière est affaiblie et le trajet parcouru par la lumière dans le tissu musculaire est raccourci ce qui confère à la viande une couleur pâle.

Chez le poulet, la composante rouge augmente avec la vitesse de chute de pH *post-mortem*, elle-même déterminée par l'intensité des battements d'ailes avant l'abattage et probablement l'afflux de sang dans le muscle **(Fraysse., 1989).**

3.1.1.2-Flaveur :

C'est l'ensemble des perceptions olfactives et gustatives liées à la consommation d'un aliment. Elle est donnée par plus de 650 composés chimiques (**Henry M., 1992).**

En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances précurseurs de flaveurs. C'est la fraction lipidique de la viande dont les composés sont classés en 2 catégories qui est responsable de la flaveur.

-Les composés volatiles (arôme et odeur) sont des composés soufrés, alcools et hydrocarbures aliphatiques.

-Les composés non volatiles (goût) comprennent les nucléotides, certains acides aminés, la créatinine. Ces précurseurs sont élaborés au cours de la maturation de la viande la flaveur est influencée par divers facteurs : l'espèce, la race, l'âge, le sexe, le mode d'élevage et l'évolution *post mortem* (**Rosset M R., et Linger P., 1978).**

3.1.1.3- Jutosité :

La jutosité ou succulence d'une viande est une qualité organoleptique perçue au cours de la mastication ; elle est fonction du persillé ou marbre, c'est-à-dire de la présence de graisse interstitielle, visible également sur les découpes des muscles. Une viande dépourvue de persillé est moins succulente **(Henry., 1992).**

3.1.1.4- Tendreté:

La tendreté est la facilité avec laquelle la viande est coupée et broyée au cours de la mastication (**Vierling E., 2003).**

Elle joue un rôle important dans l'acceptabilité de la viande par le consommateur **(Rosset., 1982)** Souvent représente un critère de qualité, mais elle peut varier beaucoup d'un morceau à l'autre et dépend essentiellement :

*du collagène du tissu conjonctif.

* des protéines myofibrillaires des fibres musculaires. La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage (**Coibion., 2008).** La tendreté évolue au cours de la transformation du muscle en viande. Les cellules musculaires cherchent à maintenir leur homéostasie par l'hydrolyse des molécules d'ATP. Cette hydrolyse libère des protons hydrogène provoquant une acidification des cellules jusqu'à un pH de 5.4 à 5.7 et par le métabolisme du glycogène provoque une production d'acide lactique. Ce dernier libère un proton hydrogène pour se transformer en lactate suite à la fixation d'ion de sodium ce qui collabore aussi à l'acidification du milieu cellulaire (**Guillem et al,. 2009).**

3.1.2- Qualité nutritionnelle :

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu (Protéines, glucides, lipides, oligo-éléments) (**Touraille C., 1994).**

La viande est un élément qui apporte de nombreux nutriments indispensables à une alimentation équilibrée. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition. C'est une source de protéines d'excellentes qualités car ces protéines contiennent 40 % d'acides aminés essentiels (**Chougui N., 2015).**

3.1.3- Qualité hygiénique :

La qualité hygiénique de la viande constitue l'exigence élémentaire du consommateur.

C'est la non toxicité de l'aliment (**Lamoise P et al., 1984) ;** d'ailleurs, c'est un enjeu majeur de santé publique, car elle détermine le risque de toxi-infection alimentaires. Elle dépend des contaminations microbiennes tout au long de la chaine de production, depuis l'élevage jusqu'à la consommation.

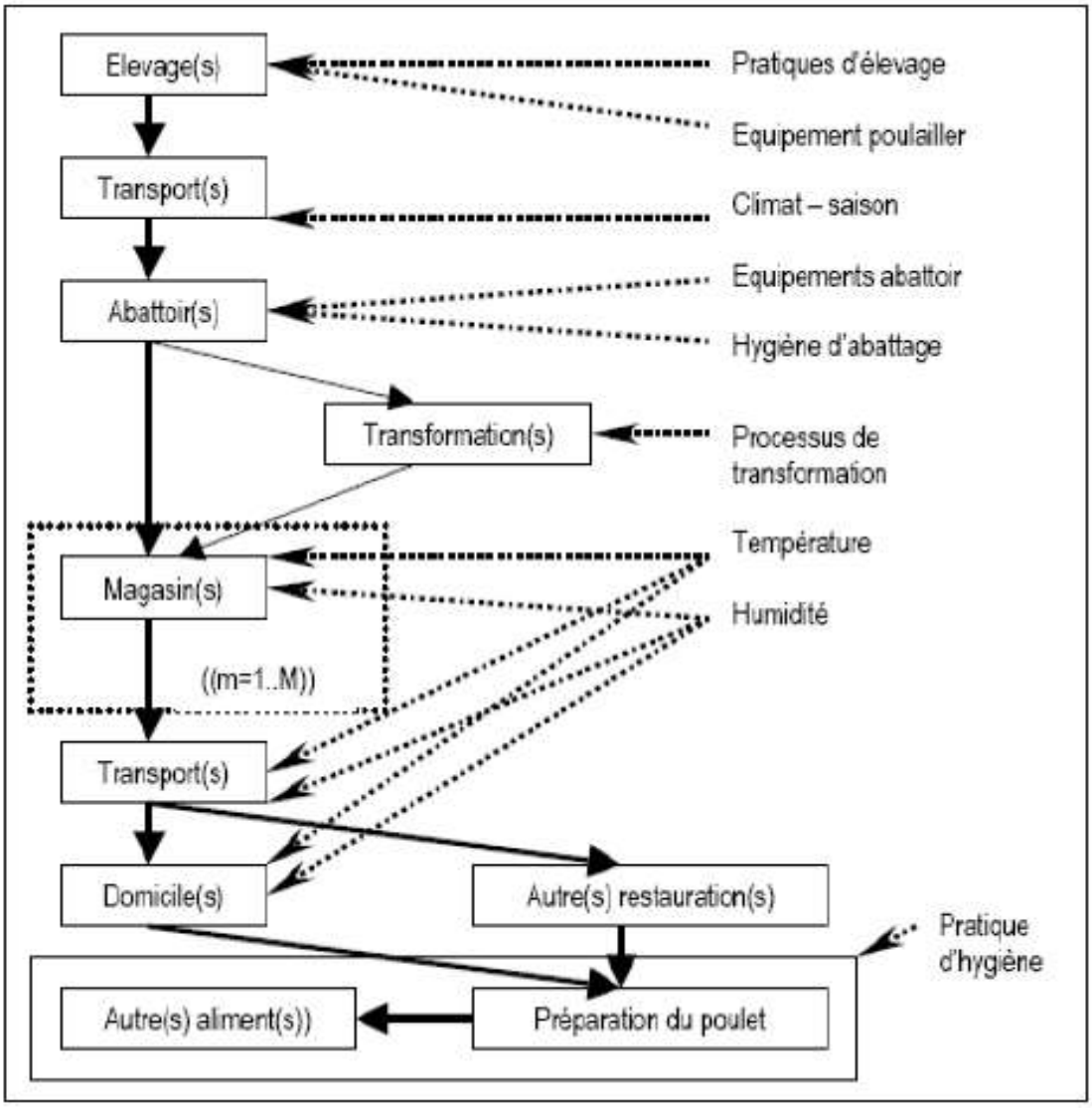


Figure 22 : Schéma simplifié du module de la contamination de l'aliment « Poulet » depuis l'élevage jusqu'à la consommation (nahadi., 2016)

3.1.4- Qualité technologique :

La qualité technologique

La qualité technologique de la viande correspond à son aptitude à être transformée en produits cuits ou crus, entiers ou divisés, et concerne donc principalement le porc, la volaille et les poissons. Les indicateurs de qualité technologique (vitesse et amplitude de chute du pH post-mortem, perte en eau, couleur, déstructuration des viandes) peuvent être affectés par les conditions d'élevage des animaux qui influencent les propriétés musculaires, en particulier le niveau des réserves énergétiques (glycogène notamment) et le métabolisme péri et post mortem (**Lebret., 2015**).

Chapitre III

Altération microbiologique de la viande de poulet

Chapitre III : altération microbiologique de la viande de poulet

1- Potentiels microorganismes d'altérations de la viande de poulet

1.1-Germes aérobies mésophiles totaux

Les germes aérobies mésophiles totaux représentent l'ensemble des microorganismes qui peuvent se développer en présence d'oxygène et dont la température optimale de croissance tourne autour de 30°C. Une forte charge dans les aliments non fermentés signifie qu'une contamination inopportune a eu lieu ou que les microorganismes se sont développés au cours de la conservation du produit. Les causes principales peuvent être soit une mauvaise qualité hygiénique des matières premières, soit des déficiences lors de la production, ou encore un entreposage inadéquat. Le produit se conserve mal et s'altère rapidement. Sa valeur intrinsèque est diminuée et le risque pour la santé est augmenté **(Salifou et al., 2013)**.

1.2-Les bactéries lactiques (compétiteurs des pathogènes)

Les lactobacilles présentent une activité jusqu'à une température de +2°C. Les bactéries lactiques sont largement représentées au sein du groupe des psychrotrophes. Ce sont des bacilles ou des *Cocci* à Gram positif, non sporulés, dépourvus de catalase. Elles peuvent contaminer la viande lorsque cette dernière est en contact avec les déchets de l'animal au cours de l'abattage. Cette contamination est recherchée pour deux raisons : d'une part l'effet de conservation de la viande souhaité grâce à la répression des microorganismes pathogènes ou leur décomposition par les bactéries lactiques et d'autre part pour des qualités organoleptiques des produits de transformation de la viande crue et cuite. Cette modification est due en particulier par des bactéries lactiques hétéro-fermentaires qui produisent des sous-produits indésirables tels que le CO_2, l'éthanol, l'acide acétique, l'acide butanoïque et l'acétoïne (**yosra., 2016**). En outre en anaérobiose, les bactéries lactiques homo-fermentative peuvent également produire des quantités importantes d'acide acétique, et conduisent à une coloration verdâtre de la viande (**Krockel., 2013**).

1.3- *Acinetobacter* :

Sont des bacilles à Gram négatif, aérobies stricts non sporulées, parfois capsulées, immobiles, catalase positive et oxydase négative. Cultivant facilement sur les milieux ordinaires, elles sont présentes en grand nombre dans la flore des aliments altérés ou frais comme les carcasses

de volaille et les viandes des animaux de boucherie **(Garrity., 2005)**.

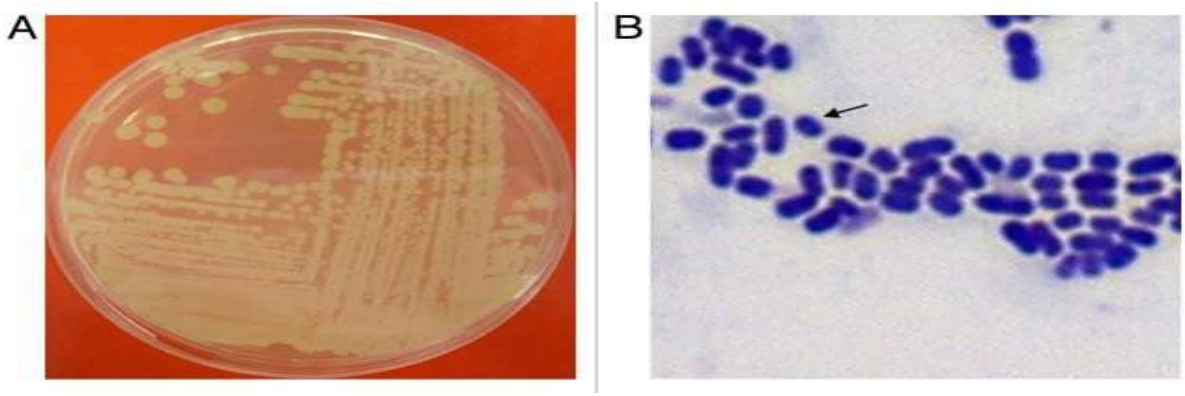


Figure 23 : les Acinetobacter (Sagar A., 2022)

1.4- *Brochothrix thermosphacta* (altération de saveur)

C'est une bactérie Gram positive, en forme de bâtonnet, non mobile, non sporulée, anaérobie facultatif et psychrotrophe. Elle est responsable de l'altération des produits carnés.

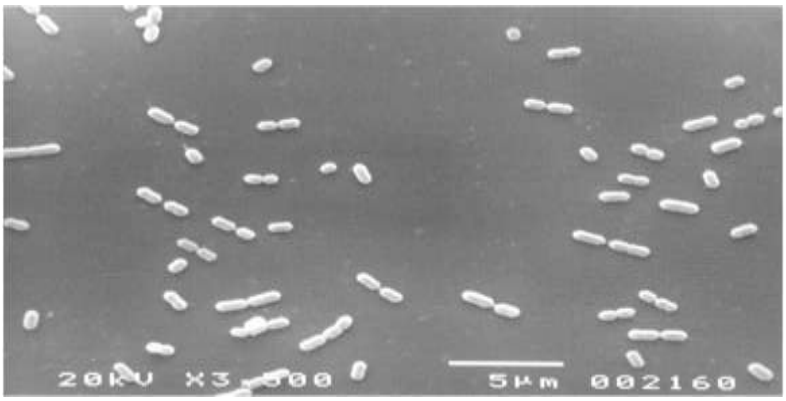


Figure 24 : *Brochothrix thermosphacta* (Holley.,1999)

1.5- *Pseudomonas* spp : (Dominantes en surface, responsables de la dégradation à froid).

C'est une bactérie *Psychrotrophe* qui possède la capacité de développement au froid.

Leur croissance est possible entre 4 °C (voire moins) et 43 °C. Elle se développe dans les aliments, à activité de l'eau (Aw) élevée. Le genre ***Pseudomonas*** est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm de diamètre sur 1,5 à 5,0 µm de longueur, aérobies stricts, oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles par un ou des flagelles polaires (**Figure 25**). Les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour l'homme et des agents d'altération des viandes,

poissons et produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont ***Pseudomonas aeruginosa, P. fluorescens, P. putida et P. stutzeri***.

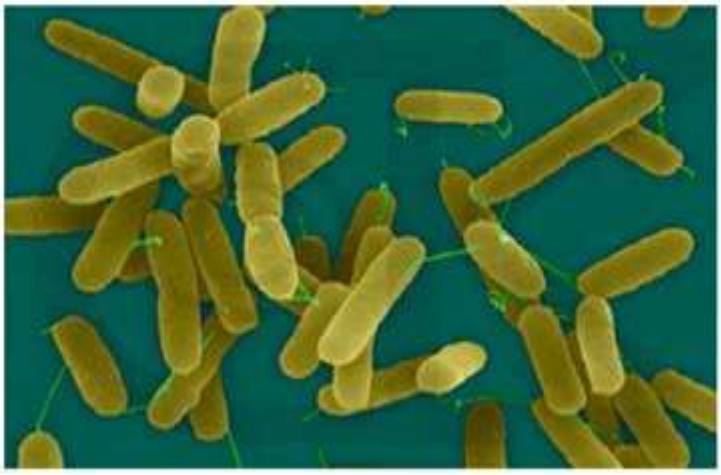


Figure 25 : ***Pseudomonas aeruginosa*** **(EHA., 1980)**

1.6- Levures et moisissures :

1.6.1- Candida, Debaryomyces **:**

C'est une levure de la famille des ***Saccharomycetaceae***, présente un intérêt particulier en raison de ses facultés d'adaptation à de nombreux milieux et de ses possibilités d'utilisation Biotechnologique.

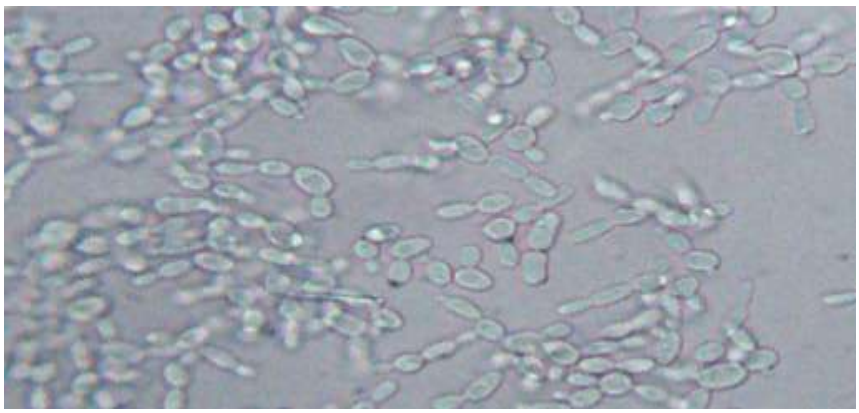


Figure 26 : cellules « bourgeonnantes de ***Debaryomyceshansenii*** **(Takashi et Motofumi., 1985)**

1.6.2- Les *Aspergillus :*

Ce sont des champignons filamenteux, de type moisissure, dont la colonie se présente sous forme duveteuse. Ils agissent en **cas de rupture de la chaîne du froid** (**Kurtzman et al., 2011)**

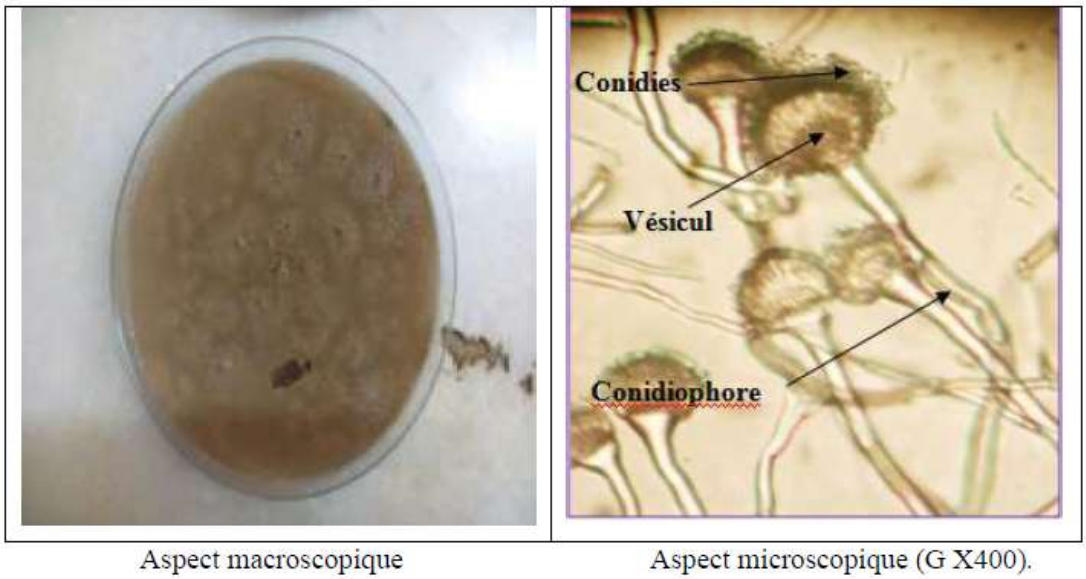


Figure 27 : les Aspergillus (Bennoudia., 2016)

1.7-Les entérobactéries

Les entérobactéries sont aéro-anaérobies facultatifs, ils fermentent le glucose et sont des oxydases négatives. Il s'agit d'un groupe biochimiquement et génétiquement apparenté, présentant une grande hétérogénéité du point de vue écologie, hôtes et potentiel pathogènes pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes **(Ghafir et Daube., 2007)**. Cette famille inclut plusieurs genres et espèces de bactéries pathogènes d'origine intestinales (*shigella*, *salmonella*, *yersinia* et les souches pathogènes d'*E.coli*).

Elle comprend également de nombreux genres présents naturellement dans l'environnement, y compris sur les plantes, sans être d'origine fécale ni associée à des maladies d'origine alimentaires **(Ray., 2001)**.il existe des souches d'entérobactéries qui peuvent être impliquées dans l'altération dela viande rouge et la volaille, en particulier dans des conditions de durée de vie prolongée **(Garcia lopez et al., 1998)**. Dans les denrées alimentaires d'origine animale, les entérobactéries sont d'origine intestinale ou

Environnementale et indiquent un défaut d'hygiène lors des processus de fabrication **(Salifou et al., 2013)**

1.7.1- ***Salmonella spp:***

Les bactéries du genre ***Salmonella*** appartiennent à la famille des ***Enterobacteriaceae***.

Genre regroupant de petits bacilles, Gram négatif habituellement mobiles par des cils péritriches mais des mutants immobiles peuvent exister et **S. *Gallinarum***est toujours immobile. Ces bactéries mesurent 0,7 à 1,5 µm de diamètre, pour 2 à 5 µm de longueur et sont aéro-anaérobies facultatives, oxydase négatives et nitrate réductase positives. Elles sont mésophiles, capables de se développer à des températures comprises entre 5,2 °C et 47 °C et de manière optimale entre 35 et 37 °C, à des pH compris entre 4,5 et 9 et une Aw supérieure à 0,93.

Les caractéristiques spécifiques sont :

- L'absence de fermentation de lactose et de saccharose.
- L'absence d'uréase et de tryptophane désaminase.
- L'absence de production d'indole et d'acétoïne.

Les salmonelles peuvent être d'origine animale notamment dans les volailles, ou d'origine humaine. Elles prolifèrent dans le tube digestif des animaux ou des sujets atteints et sont éliminées dans les matières fécales **(Nahdi., 2016).**

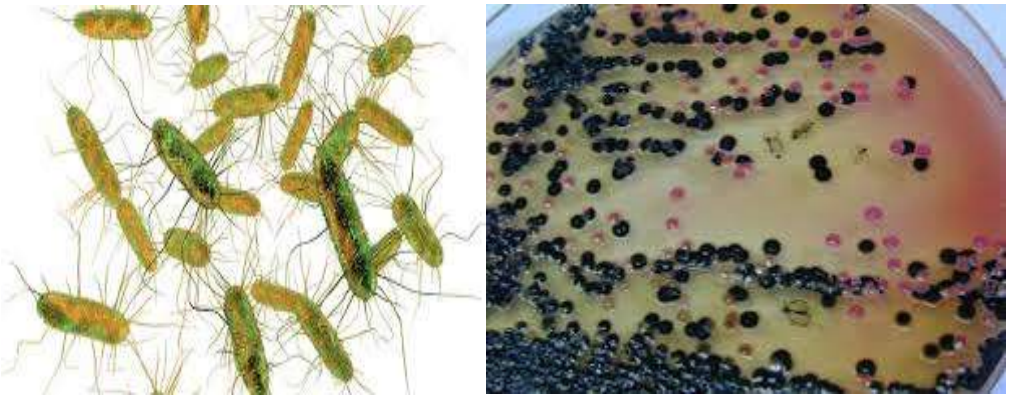


Figure 28 : Les colonies noires de Salmonelles (EFSA., 2022)

Salmonella enterica *est* responsable de maladies d'origine alimentaire. L'entérotoxine est produite par de nombreuses souches de ***Salmonella***, représentant le facteur de virulence responsable de l'apparition des symptômes diarrhéiques. Les signes et les symptômes cliniques de la salmonellose humaine typique, qui peut être d'origine alimentaire surtout la

volaille, comprennent une fièvre aiguë, des douleurs abdominales, une gastro-entérite, des nausées et des vomissements. La période d'incubation est généralement de 12 à 72h, avec une durée moyenne de 2 à 7 jours.

***1.7.2-Yersinia enterocolitica*:**

Le genre *Yersinia* comprend 11 espèces appartenant aux *Enterobacteriaceae*. Il s'agit de bacilles Gram négatifs, non sporulés, anaérobies facultatifs qui fermentent le glucose.

Plus petites que la plupart des autres entérobactéries, Elles apparaissent souvent comme des coccobacilles lorsqu'elles se multiplient à 37°C. Ce genre comprend 4espèces pathogènes bien caractérisées : *Yersinia pestis* responsable des pestes bubonique et pulmonaire, *Y. pseudo-Tuberculosis* pathogène des rongeurs et occasionnellement de l'homme, Y.*ruckeri* provoquant des maladies chez les poissons d'eau douce, et *Y. enterocolitica*, un pathogène intestinal. *Y.pseud- tuberculosiset Y. enterocolitica* sont les 2 agents pathogènes d'origine alimentaire ; pouvant provoquer un taux de mortalité chez les nouveaux nés de 20-25%. Y. enterocolitica est psychrotrophe, c'est-à-dire capable de se multiplier à des températures inférieures à 4 °C. Sa température optimale de multiplication est cependant de 28-30°C.

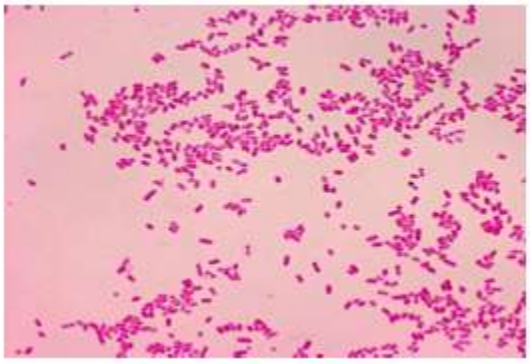


Figure 29:*Yersinia enterocolitica (Belhadj et Merahi., 2020)*

1.7.3 -Escherichia coli

Ce sont des bactéries de la famille des ***Entérobacteriaceae*** (entérobactéries), du genre *Escherichia, shigella*.

Les espèces sont : *Escherichia coli, Shigella dysenteriae, Shigella sonnei, Shigella boydii, Shigella flexneri.*

Escherichia coli est un bacille à gram négatif aérobie-anaérobie facultatif .la niche écologique de *E.coli* est le tube digestif et plus particulièrement le côlon où il constitue, chez la plupart des mammifères, l'espèce prédominante du microbiote aérobie, à des taux de 10^6-10^9 bactéries/grammes de selles de l'homme.

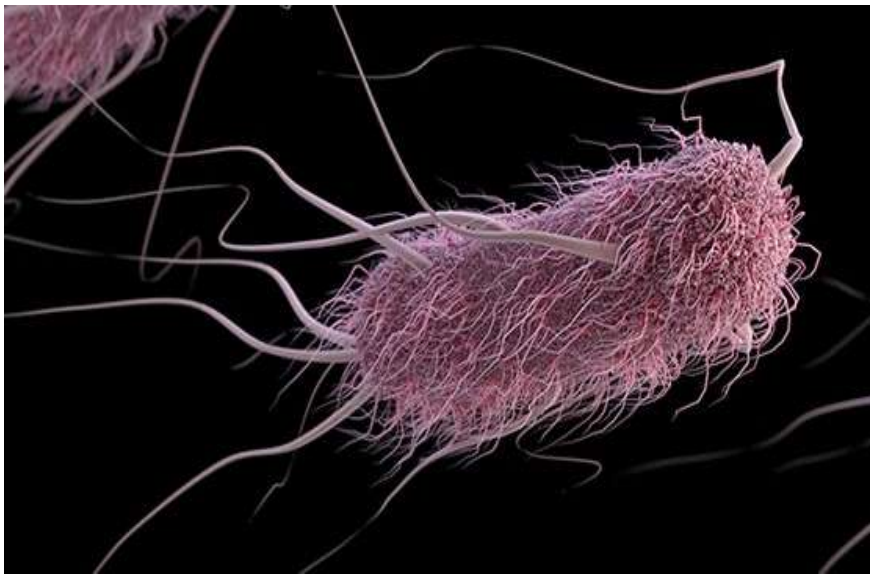


Figure 30: *E. coli* (public health., 2024)

L'espèce *E. coli* présente une grande diversité sur le plan génétique comme sur le plan du pouvoir pathogène. Alors que la plupart d'entre eux sont des commensaux de tube digestif qui nous protègent de l'implantation de bactéries pathogènes (flore de barrière), certaines souches dites « pathogènes » sont capables de provoquer chez l'hôte des infections que l'on classe en deux catégories :

- Infections intestinales (diarrhée) et
- Infection extra-intestinale (infections urinaires, bactériémies, méningites néonatales).

On différencie plus de 180 antigènes O (antigène de la membrane plasmique) et 80 antigènes K (antigène capsulaire), parfois associés à un antigène flagellaire H chez les souches mobiles la combinaison de deux ou trois de ces antigènes donne le sérotype qui est une des façons de caractériser les souches pathogènes.

Ainsi, le sérotype **O157 :H7**est fréquemment associé aux souches productrices de Shiga-toxines.

La classification des *shigelles*, qui sont dépourvues d'antigène H (souches immobiles), est basée sur l'antigène O qui permet de différencier 4 séro-groupes ou « espèces » : ***shigella dysenteriae, shigella sonnei ; shigella boydii et shigella flexneri***.

1.7.3.1-Infection intestinale à type de diarrhée

Sur la base des modes d'interaction avec les entérocytes et des signes cliniques de l''infection, les souches ***E. coli*** responsables de diarrhée sont classées en patovars dont les 5 principaux :

- *E. coli* Entéro-Toxinogènes (ECET/anglais ETEC)
- *E. coli* entéro-pathogènes (ECEP/anglais. EPEC)
- *E .coli* entéro-agrégatifs (ECEA/ en anglais EAEC)
- *E. coli*entéro-hémorragiques producteurs de shiga-toxines (ECEH/anglais EHEC ou STEC) et
- *E. coli* entéro-invasifs (ECEI/anglais. EIEC)

- **ECET/ETEC**

Les *E. coli* entéro-toxinogènes sont responsables d'environ un tiers des cas de diarrhée du voyageur en zone intertropicale (« tourista »). Ils sont aussi la principale cause de diarrhée infantile dans les pays en voie de développement avec les ECEP et les Rotavirus.

Ils produisent deux types de toxines (« ST » thermostable et « LT » thermolabile, proche de la toxine de *Vibrio cholerae*) qui perturbent la réabsorption de l'eau et des électrolytes par les entérocytes. Les symptômes sont ceux d'une diarrhée aqueuse sans glaires ni sang, peu ou pas fébrile, pouvant s'accompagner de vomissements, spontanément résolutive en 2 à 5 jours. Habituellement bégnine, elle peut cependant entrainer une déshydratation sévère
chez le jeune nourrisson. La transmission se fait principalement par l'eau contaminée.

- **ECEP/EPEC**

Les *E. coli* entéro-pathogènes sont plus particulièrement responsables de diarrhée chez le nourrisson, dans les pays en voie de développement mais aussi dans les pays développés, parfois sur un mode épidémique (collectivités, crèches). Les ECEP produisent un facteur d'adhésion (l'intimine) qui induit un remaniement du cytosquelette de l'entérocyteavec disparition des microvillosités et formation d'un « piédestal » sur lequel se fixe la bactérie. La symptomatologie est proche de celle des ECET (diarrhée liquide, peu ou pas fébrile, spontanément résolutive). La transmission est interhumaine ou liée à l'eau contaminée et aux aliments souillés.

- **ECEA/EAEC**

Les *E. coli* entéro-agrégatifs sont responsables du même type de diarrhée que les ECEP mais avec une évolution parfois plus chronique et sont également responsables de diarrhée du voyageur. Il existe une grande hétérogénéité de réponse individuelle à l'infection par ECEA et

des porteurs sains. Les ECEA adhèrent à la surface des entérocytes en formant des agrégats bactériens semblables a un « empilement de briques ».

- **ECEH/ EHEC/ STEC**

Les *E. coli* entéro-hémorragiques, aussi dénommées *E. coli* producteurs de Shiga-toxines(STEC), sont responsables de diarrhées habituellement sanglantes parfois associées à une atteinte rénale et hématologique dénommée syndrome hémolytique et urémique (SHU). Alors que la diarrhée est bénigne, l'atteinte rénale et/ou hématologique est potentiellement sévère avec un risque d'insuffisance rénale chronique ou de décès. La plupart des STEC adhèrent aux entérocytes de la même manière que les ECEP (intimine) et restent dans le tube digestif. Les toxines qu'ils produisent, dénommées Shiga-toxines, dont les gènes sont portés par des bactériophages (virus des bactéries), passent dans la circulation sanguine et agissent au niveau des capillaires rénaux. La transmission se fait principalement par l'ingestion d'aliments contaminés par les fèces des bovins : viande souillée lors de l'abattage et mal cuite (notamment steak haché), produits laitiers, eau ou végétaux contaminés. Certains antibiotiques, notamment les quinolones qui induisent la réplication des bactériophages porteurs des gènes de Shiga-toxines, peuvent avoir un effet délétère en augmentant la production de toxines par la bactérie et favoriser la survenue d'un SHU ou l'aggraver.

1.7.4- *les Shigella*

Les shigelles sont considérées comme des pathogènes stricts (les porteurs sains sont exceptionnels). Elles envahissent la muqueuse intestinale comme les *E. coli* entéro-invasifs et provoquent une inflammation locale, avec afflux de polynucléaires et saignements, responsable d'une diarrhée glairo-sanglante (présence de pus et de sang dans les selles). Cette diarrhée s'accompagne de douleurs abdominales et de fièvre, réalisant le syndrome dysentérique. Ce syndrome dans sa forme la plus sévère porte le nom de dysenterie bacillaire. Il est cause par *Shigella dysenteriae*et se différentie de la dysenterie amibienne (due à *Entamoeba histolytica*) par la présence d'une fièvre élevée (>39°C).

*Shigella dysenteriae*peut également produire une Shiga-toxine responsable de SHU. Les autres shigelles (*Shigella sonnei, S. boydii*et *S. flexneri*) sont responsables de formes moins sévères. Contrairement aux salmonelles, les shigelles ne passent qu'exceptionnellement dans la circulation sanguine. La transmission des shigelles est interhumaine (pathogène strictement humain) liée au défaut d'hygiène des mains.

1.8- Staphylococcus aureus :

Staphylocoques (« staphylo », mot grec pour « raisin) ; appartient à la famille des *Micrococcaceae*. Il s'agit de *cocci* à coloration de Gram positive, souvent disposés en grappe, non sporulés, coagulase positive. Capable de produire une toxine. Ce germe est présent en faible nombre, sur l'animal vivant.

Cette espèce fait partie des bactéries aéro-anaérobies facultatives, mais préférant le métabolisme aérobie. C'est un germe mésophile, capable de se multiplier de manière optimale à 37 °C, pour un pH optimum de 7,2 à 7,6 et une Aw de 0,86 en aérobiose et 0,90 en anaérobiose **(Nahdi., 2016).** Les staphylocoques aureus sont des pathogènes oppotunistes pouvant produire des entérotoxines responsables d'intoxications alimentaires et des maladies à transmission hydrique **(Guiraud., 1998)**. La cuisson des aliments à des températures élevées (140°C) tuera l'organisme, mais les toxines sont extrêmement résistantes à la chaleur et ne sont pas affectées dans ces conditions. Les toxines agissent rapidement et la maladie peut survenir dans les 30 minutes suivant la consommation d'aliments contaminés, bien que le début typique se produise généralement entre1 et 6h après avoir mangé.

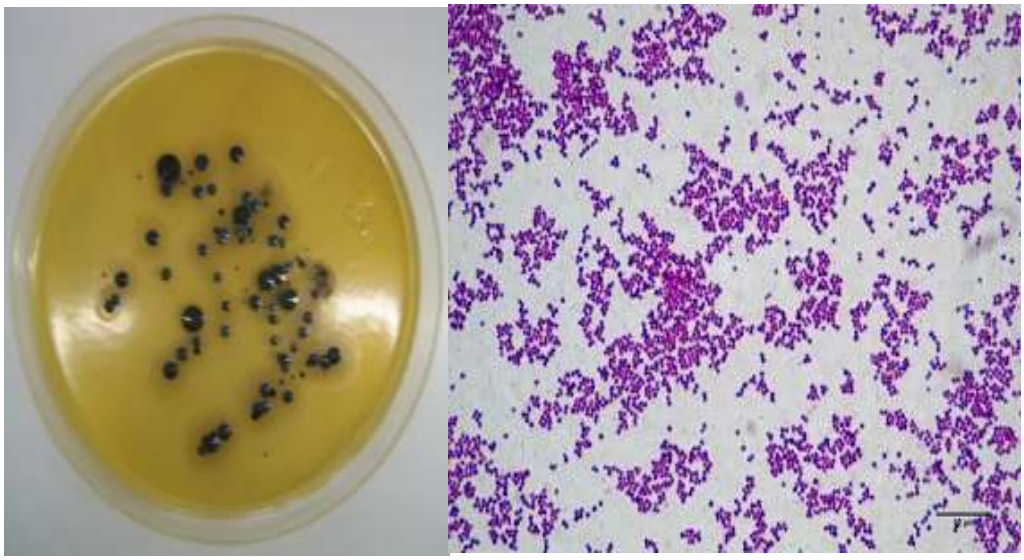


Figure ***31 : Gélose BP : Les staphylocoques « coloration de gram) (Massart, santé., 2025)***

1.9 - ***Campylobacter jejuni***

Bacille à gram négatif, fins, incurvé, en virgule se regroupant en donnant des formes spiralées, mobiles. Ils peuvent se voir sur un frottis de selles par un œil exercé. Les *Campylobacter* sont adaptés à la vie dans le mucus. Ce sont des bactéries spiralées (Campylo = virgule en grec) du tube digestif à l'origine d'infections le plus souvent intestinales.

C'est une Bactérie commensale des muqueuses digestives des oiseaux et de très nombreux animaux de rente (volailles, bovins). Contamination par voie alimentaire : lait, viande, surtout volaille crue introduite dans la cuisine et à partir de laquelle des contaminations croisées sont possibles. Elle constitue la principale cause de gastro- entérite d'origine bactérienne dans le monde devant les salmonella elle est responsable de diarrhée avec douleurs abdominales (enfants) et souvent fièvre. Bactériémies et septicémies (très rarement) avec localisations diverses, plus fréquentes sur terrain immunodéprimé.

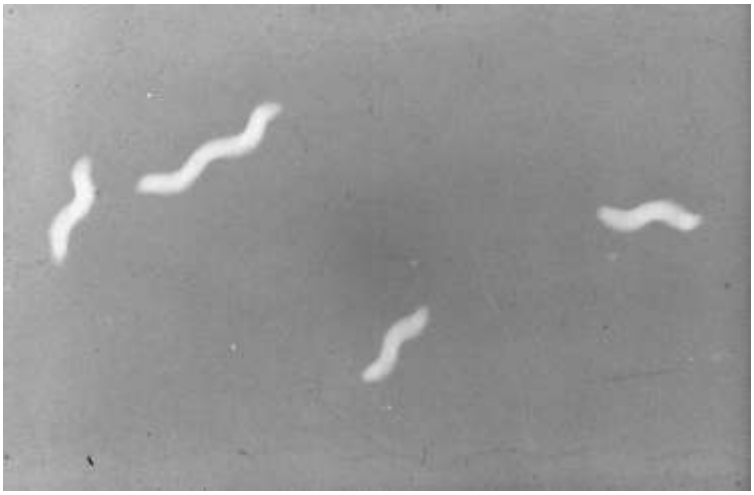


Figure 32 : *Campylobacter* observés en microscopie à fond noir (CNRCH., 2015)

1.10- *Les anaérobies sulfito-réducteurs (clostridies) :*

Les anaérobie sulfito-réducteurs, ou *les Clostridies*. Tous ces germes ont un point commun, ce sont classiquement définies comme des bactéries de la famille des *bacillaceae à* gram positif de forme bacillaire (gros bacille), se présentant seul ou en paires, anaérobies stricts, sporulés, immobiles, catalase négative, réduisant les nitrates en nitrites, fermentant le lactose avec production de gaz. Son aptitude à sporuler lui confère une grande thermo-résistance.

Ce sont des bactéries mésophiles avec une température optimale de croissance à 45°C, son activité de l'eau (Aw) minimale est d'environ 0.94.

Clostridium sulfitoréducteurs est une bactérie ubiquitaire, présente dans le sol mais aussi dans la flore intestinale de l'homme et des animaux. Les contaminations des aliments sont donc fréquentes **(Bouhaya etCharaf., 2009).**

Ce sont des indicateurs :

- **De contamination fécale** (origine animale ou environnementale)
- **De mauvaise conservation** (développement en anaérobiose)
- **De risque toxinique** (entérotoxines, neurotoxines)

D'une façon générale, ces bactéries sont considérées comme témoin de contamination de la qualité hygiénique des aliments (toxi-infection alimentaire, altération des produits carnés) en présence d'alun de fer en sulfure, donnant des colonies à coloration noire (**Carip., 2008**).

Figure 33 : *Clostridium* sulfito-réducteurs gélose EMb (Strowig et Feber., 2025)

Tableau 4 : Les principaux germes bactériens ayant un impact sur la santé humaine par la consommation des viandes de volailles (FDA., 2022)..

Danger bactérien	Présence chez l'animal vivant	Importance de la présence dans les viandes crues	Gravité des symptômes chez l'homme
Salmonella	+++	++	++
Listeria monocytogene	+	++	+++
Staphylococcus aureus	++	++	+
Clostridium perfringens	++	+	+
Clostridium	+	-	+++

botulinum			
Campylobacterspp	+++	+++	+
Bacillus anthracis	-	-	+++
Bacillus cereus	-	-	++
Yersinia enterocolitica et y.pseudotuberculosis	+	+	++

2- Mécanisme d'altération de la viande :

Les microorganismes provoquent l'altération de la viande par leur présence physique en se multipliant. Ceci se traduit par la formation d'un limon visible en surface suite à une dégradation de la viande **(Guiraud. , 2003)**.ainsi la production de molécules possédant un effet direct sur la flaveur ou indirect en se recombinant avec d'autres molécules issues du catabolisme des lipides et des acides aminés , qui joue un rôle dans la formation de biofilms (limon bactérien) donnant un aspect visqueux ,très fortement dépréciateur (**Adams et Moss., 2003).**les protéinases bactériennes favorisent la putréfaction par hydrolyse des protéines et les lipases ayant un impact sur l'odeur par dégradation des matières grasses (**fournier., 2003)**.

Altération de la viande à basse température (< 10°C) ou putréfaction superficielle

Vu la richesse de la viande en éléments biochimiques fermentescibles et son pH proche de la neutralité (6.5-7.5) qui est favorable à la multiplication des bactéries, la viande devient un aliment très périssable. Le froid a un effet bénéfique sur la qualité hygiénique de la viande .la réfrigération permet une inhibition plus ou moins importante de l'activité microbienne et cela suivant le type de germe, mais aussi un ralentissement plus ou moins intense des réactions chimiques et enzymatiques (**Salifou et al., 2013)**, l'altération à basse température (< 10°C) est une putréfaction superficielle qui provient d'une lente prolifération microbienne. En atmosphère sèche les moisissures et les levures à la surface de la viande (aspergillus, *thamnidium, penicillium,candida monilia,*) participent aux réactions d'hydrolyse et d'oxydation des lipides cependant, les bacilles gram négatifs comme *pseudomonas, acinetobacter,* alcaligenes *flavobactérium* et *enterobacteriaceae* envahissent la viande en quelques jours en atmosphère humide, et provoquent des modifications de couleurs, d'odeur

et l'apparition d'une couche visqueuse à la surface. Cette dernière résulte de la juxtaposition de cellules microbiennes (putréfaction superficielle) accompagnée d'odeur nauséabonde.

La viande s'altère généralement lorsque le nombre de pseudomonas spp atteint $10^7/cm^2$ (**Mead., 2007)**.

3-Facteurs impliqués dans l'altération de la viande

Les facteurs de risque régissant la qualité microbiologique de la viande sont multiformes et d'importantes inégales. Différents facteurs sont à la base de cette contamination. Selon l'origine de la contamination, les microorganismes peuvent être extrinsèques ou intrinsèques pour la contamination superficielle, les germes sont apporté soit au cours de l'abattage (contamination agonique) ou au cour de la préparation des carcasses (contamination post-mortem) **(Rosset., 1982).**

3.1- Facteurs extrinsèques

Les contaminations d'origine exogène sont de loin les plus importantes et découlent du contact des denrées avec leur environnement. En effet, au microbiote naturel de la peau de l'oiseau s'ajoute une contamination plus importante au cours du traitement. De nombreux facteurs vont se conjuguer pour déterminer un microbiote exogène dit surajoutée ou de manipulation. Des contaminations de diverses sont susceptibles de se produire à tous les niveaux de la chaine d'abattage (**Sakho., 1988).**

3.1.1-Contamination à partir du personnel :

Lors de l'abattage, le personnel est susceptible de contaminer les carcasses par ses mains sales, ses vêtements mal entretenus, son matériel de travail, l'eau et par le sol. Sur la chaîne d'abattage, le risque de contamination est élevé, où le personnel peut être mené à être en contact avec la carcasse et les matières contaminants **(Cartier., 1990).**

3.1.2-Infrastructures et équipements

Les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), ainsi que le matériel (couteaux, haches, bacs, seaux…) s'ils sont mal conçus, peuvent être une source de contamination, les outils et les surfaces de travail mal nettoyées constituent une source certaine de contamination ainsi que l'eau utilisée pour le lavage **(Cartier., 2007).**

3.1.3-L'humidité ambiante :

Une viande conservée dans une atmosphère ayant une humidité relative trop élevée (supérieure à 95%) favorise le développement intense d'une microflore de surface des viandes. Tandis que celle entreposée en ambiance sèche se conserve plus longtemps. **(Bourgeois et Levreau., 1991).**

3.1.4-La température :

C'est le facteur le plus important. En règle générale, les germes se multiplient d'autant plus lentement que la température est basse **(Rosset., 1988).**

Dès l'abattage, la carcasse doit être réfrigérée, la chaine de froid ne doit pas être interrompue. Les conditions de stockage influencent la composition de la flore microbienne d'un aliment **(Cheftel H., 1977).** La majorité des microorganismes prolifèrent à des températures moyennes supérieures ou égales à +20°C **(Rozier et al., 1990).**

3.2-Les facteurs intrinsèques

Dans le cas de la contamination endogène, les microorganismes proviennent de l'animal lui-même. Les germes peuvent se retrouver dans la viande après avoir franchi la barrière intestinale au cours de l'abattage par le biais des vaisseaux sanguins. Aussi, à la surface de la carcasse , il existe toujours un nombre important de germes divers .

3.2.1- Microbiote intestinal

Selon (**cartier., 2004)**, le microbiote intestinal est composé de l'ensemble des germes anaérobies (*clostridiums, bactériodes*), aéro-anaérobies (entérobactéries : *E.coli,* S*almonella,* S*higella* …) ou des microorganismes aérobies (entérocoques retrouvés habituellement au niveau de l'intestin).

3.2.2- Microbiote de surface

Il est constitué de l'ensemble des germes vivant généralement sur la peau de l'oiseau.

Leur nombre varie avec l'emplacement sur la carcasse et les conditions hygiéniques. Il s'agit principalement des germes psychrophiles comme *achromobacter, lactobacillus, microbacterium,* ainsi que des staphylocoques et streptomycètes (**Cartier. ; 2004**).

3.2.3- L'activité de l'eau (Aw) :

L'eau libre est indispensable pour le développement des microorganismes. L'exigence en cette eau varie avec les espèces, les groupes et les genres. Elle mesure en fait la disponibilité

en eau libre dans le milieu où se trouve la microflore. D'une manière générale, plus l'Aw est élevé, plus la croissance de la microflore est intense ; l'Aw de la viande blanche issue du poulet de chair est de 0,74 La plupart des bactéries ont un optimum de croissance autour de 0,990 à 0,995 **(Mescle et Zucca., 1988).**

3.2.4-Le pH :

Après l'abattage de l'animal pH du muscle décroît progressivement 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).** Les bactéries se développent sur des milieux dont pH varie de 4,5 à 9 avec un optimum de 6,5 à 7,5. On observe que leur vitesse de croissance se trouve réduite par tout abaissement de ce paramètre **(Mescle et Zucca., 1988).**

Tableau 5 : pH optimum et limites de croissance des micro-organismes dans la viande de volaille (Gordan., 1979)

Bactéries	pH minimum	pH optimum	pH maximum
Gram+	-	-	-
Staphylococcus	**4.0**	**6.8 - 7.5**	**9.8**
Clostridium botulinum	**4.7**	-	**8.5**
Clostridium perfringens	-	**6.0 - 7.6**	**8.5**
Clostriiumsporogenes	**5.0**	-	**9**
Gram -	-	-	-
Escherichia coli	**4.3**	**6.0 - 8.0**	**9-10**
Salmonella sp	**4.5**	**6.0 - 7.5**	**8 – 9**
Pseudomonas sp	**5.6**	-	**8**

3.2.5- Le potentiel d'oxydo-réduction (RH) :

Après la mort de l'animal, le muscle ayant des réserves en oxygène présente un potentiel d'oxydo-réduction profond, positif et élevé (+ 250mv) ce qui est favorable à la multiplication. des germes aérobies **(Craplet, 1966),** ensuite, les réserves en oxygène n'étant plus renouvelées par le sang, le potentiel d'oxydo-réduction profond diminue, favorisant ainsi le développement des germes anaérobies de la putréfaction **(Bourgeois et al., 1996).**

3.2.6- Les facteurs nutritionnels :

La plupart des micro-organismes se développant sur les viandes, car ils y trouvent l'ensemble des nutriments nécessaires pour leur croissance. Les besoins nutritifs des microbes sont extrêmement variables allant des microbes peu exigeants (eau, oxygène, gaz carbonique, minéraux, azote simple, énergie) aux microbes très exigeants (azote sous forme d'aminoacide, vitamine **(Marchandin., 2007).**

4-Altération sensorielle de la viande de poulet au cours de la conservation à 4°C :

4.1-Signe d'altération sensorielle de la viande

4.1.1- Viscosité

La viscosité est le résultat de l'action des bactéries du genre : *pseudomonas, streptococcus, leuconostoc, bacillus, micrococcus, lactobacillus*et quelques fois des levures et des moisissures. Les viandes morcelées ou hachées sont plus sensibles à la putréfaction que les carcasses. Pour limiter le développement et l'action des bactéries aérobies responsables des phénomènes d'altération et de putréfaction le conditionnement des produits sous vide ou sous atmosphère modifiée utilisé avec le strict respect de la chaine du froid (**pièrre., 1998**).

4.1.2-- Modification de la couleur

Les modifications de la couleur peuvent se manifester par la décoloration de la viande, sous l'action de *lactobacillus,* et des levures ou une pigmentation provoquée par des bactéries telles que *pseudomonas, chromobactérium, bacillus, flavobactrium, micrococcus*.la modification de couleur est le résultat de divers phénomènes, à savoir la synthèse d'un ou plusieurs pigments endogènes à l'aliment (la myoglobine) (**Pierre., 1998)**.

5- Conséquences de l'Altération de la Viande de Poulet

L'altération de la viande de poulet a des impacts majeurs sur la **santé publique**, l'**économie** et l'**environnement**.

5.1- sur la santé publique

(Risques de Toxi-Infections Alimentaires)

Les microorganismes pathogènes et les toxines qu'ils produisent peuvent provoquer les gastro-entérites (*Salmonella*, *Campylobacter*), les **Intoxinations** (toxines de *Staphylococcus aureus*) et des i**nfections graves** (méningites à *Listeria*, SHU à *E. coli*).

Aux États-Unis, un million de cas/an de salmonellose sont liés à la volaille (viande et œufs) (**CDC., 2023**). En Algérie, 30% des toxi-infections alimentaires sont dues à *Campylobacter* (**INPV., 2022**).

5.2- sur l'économie

L'altération de la viande blanche a des conséquences économiques majeures, touchant ainsi plusieurs secteurs :

- Secteur de production et d'élevage : perte de la valeur marchande de produits avariés les coûts accrus de logistique frigorifiques qui interviennent dans la chaine de froid.
- Suspension de vente vers d'autres pays. Selon (**OIE., 2021)**, le Brésil a perdu 40% de ses exportations de volailles vers l'Arabie Saoudite pendant 3 mois suite à une alerte sanitaire.
- En France, les infections alimentaires coûtent 1 milliard d'euro/an à l'assurance maladie (**ANSES**)
- Chômage et instabilité sectorielle à cause de la fermeture d'usines ou abattoirs non conformes ; en 2022, l'Afrique du sud a fermé 3 abattoirs de volailles ce qui a entrainé 1200 licenciés (**FAO**)

- **Les odeurs et textures désagréables** (viande visqueuse, amère) → méfiance envers les produits avicoles ce qui aboutit à la p**erte de confiance du consommateur** ayant pour conséquence la baisse des ventes.

5.3- Conséquences Environnementales

- **1,3 milliard de tonnes** de viande sont perdues/an dans le monde **(FAO., 2022)**.
- En Algérie, **20%** de la production avicole est jetée **(Ministère de l'Agriculture., 2023)**. La pollution (les déchets contaminés seront incinérés ayant pour conséquence l'émission du CO_2).
- Enfouissement → contamination des sols (métaux lourds, antibiotiques).

Chapitre IV
La conservation des viandes

Chapitre IV : la conservation des viandes

1-Généralités : La consommation d'aliments frais est toujours préférable car la conservation diminue la valeur nutritive des produits. Autrement dit, les aliments conservés sont moins nutritifs que les aliments frais, Les aliments subissent une série de transformations aboutissant à leur altération, dénaturation, fermentation, putréfaction si elles ne sont pas traitées, la viande en particulier constitue un terrain très favorable à la plupart des contaminations microbiennes. Il s'agit d'un aliment de conservation difficile (**Bourgeois et Levreau., 1991).**

2-Définition de la conservation :

La conservation de la viande consiste à maintenir sa qualité microbiologique en ralentissant la vitesse de prolifération des microorganismes et garder ses propriétés organoleptiques et nutritionnelles en éliminant les mécanismes d'altération intrinsèques et extrinsèques.la bonne conservation d'un aliment résulte d'une optimisation réussit entre différents paramètres tel que l'allongement de la date limite de conservation **(DLC)** des viandes fraiches, selon des conditions de stockage et la qualité de l'aliment **(Bouduikaet Ghiat. , 2017)**

3-Les principales techniques de conservation :

3.1-La conservation par le froid :

Le froid n'est pas un moyen de stérilisation ou de désinfection, mais simplement un agent inhibiteur des processus biologiques, notamment du développement des microorganismes et de l'activité des enzymes car ces deux processus sont proportionnels à la température.

3.2- La conservation par déshydratation

C'est la méthode la plus ancienne, ces techniques sont variées : dessiccation au soleil, au four, à l'air chaud produit industriellement, au feu ou l'action de la fumée s'ajoute à la déshydrations **(Craplet., 1966)**.

3.3-La conservation par acidification lactique :

Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande, car à des valeurs données, certaines bactéries peuvent voir leur croissance très ralentie voir même inhibée. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore de contamination de la viande (**Beaubois., 2001),**

3.4-La conservation par l'utilisation des bactéries (bio-préservation):

Comme l'utilisation des bactéries lactique.

3.5-La conservation par combinaison des agents de salaison :

À savoir les sels de nitrate, les sucres, et les épices, et de processus de fermentation microbienne.

4- La conservation de la viande par réfrigération :

La viande de **poulet** peut se **conserver** jusqu'à 3 jours crue et 4 jours cuite au réfrigérateur. Pour optimiser sa durée de **conservation**, il faut la placer dans la partie la plus froide du réfrigérateur, la température idéale étant de 4°C. Pour rappel, il est contre indiqué de laver un **poulet** à l'eau.

4.1- Intérêt de l'utilisation du froid :

La réfrigération, qui est une conservation au froid des aliments périssables, notamment la viande, a pour effet la diminution de l'activité des bactéries en retardant leur prolifération. La majorité des microorganismes tels que les coliformes fécaux et les germes pathogènes responsables d'intoxications alimentaires ne sont plus capables d'activités métaboliques à des températures inférieures à 5°C. Cet abaissement de la température est aussi indispensable pour contrôler les propriétés organoleptiques post mortem de la viande (tendreté, flaveur et couleur). Ce mode de conservation ne peut en général excéder quelques jours, de l'ordre de deux à trois jours pour les viandes fraîches **(Collin D., 1972)**. L'utilisation du froid pour la conservation des aliments périssables est sans conteste la technique la plus répandue. Les basses températures permettent de conserver un produit pendant un temps plus ou moins long et pouvant être consommé avec sécurité tout en gardant son aspect, sa couleur, ses qualités, gustatives, nutritives et hygiéniques (**Craplet C., 1966).**

4.2-Les principales techniques de réfrigération :

4.2.1-la réfrigération lente : Il était indispensable surtout au début de la chaine de fabrication des viandes hachées. Où dans les grandes chambres frigorifiques la vapeur d'eau qui se dégage des carcasses chaudes qu'on vient d'introduire va se condenser à la surface de ces dernières une fois refroidies, pour cela il faut utiliser des températures de l'ordre de 0°C pendant 48 heures pour atteindre une température de +2°C au cœur des carcasses ou 72 heures pour atteindre une température de 0°C au cœur des carcasses **(Bouduika et Ghiat., 2017)**

4.2.2- La réfrigération rapide : Elle a pour but de freiner la prolifération microbienne et de limiter la perte de poids par évaporation. La méthode de réfrigération consiste à introduire les carcasses encore chaudes directement dans une chambre froide, parcouru par un courant d'air. On arrive au bout de quelques heures. (3 à 4 heures) à baisses la température superficielle de la viande vers2°C ou 3°C (**Gati., 1988).**

4.2.3-La réfrigération ultra-rapide : Un dispositif de refroidissement par radiation et convection naturelle en faisant passer les carcasses entre des refroidisseurs à plaques cela fait passer la température ou "cœur" de+41°C à +3°C en 18 heures avec très faible perte par évaporation **(Craplet., 1966)**

4.2.4-La réfrigération complexe : Dans la réfrigération lente, pour diminuer les pertes par évaporation, on peut augmenter le degré d'humidité de l'air froid, et empêcher le développement des microbes psychrophiles par l'un des moyens suivants : l'ozone, le gaz carbonique, le rayon ultraviolet et l'utilisation d'antibiotique **(Bouduika et Ghiat., 2017)**

5- La congélation

La congélation est un procédé de conservation des denrées par action du froid négatif.

Si l'application du froid stop le développement des microorganismes, en revanche-t-elle ne permet pas d'assainir la denrée. Aussi la qualité microbiologique et la fraîcheur de la denrée au moment de sa congélation doivent-elles être irréprochables. De fait, il convient de réserver ce procédé à des denrées dont le circuit d'approvisionnement est le plus court possible. Les produits doivent être conditionnés avant congélation pour leur éviter d'être détériorer par le froid et les préserver de toute contamination microbiologique.**(Thirry., 2007)**

La congélation maintient la température au cœur de la denrée jusqu'à -18°C.

Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments. On assiste alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau (Aw).

La congélation permet la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération. **(Boumendjel ., 2005)**

5.1- Le principe de la congélation :

La baisse de la température influence trois éléments :

L'eau transformée glacée n'est plus mobile et donc n'est plus disponible ni comme solvant ni comme réactif.

La congélation provoque la modification de certaines enzymes bactériennes d'où sa température qui varie avec la nature des micro-organismes. D'après (**Frédot E., 2005)** la congélation à -18 °C provoque un blocage de la multiplication des mésophiles, une destruction des parasites et un arrêt de l'activité des enzymes.

La qualité du produit final dépend de celle du produit avant congélation, de la vitesse de refroidissement et de la congélation et du maintien du froid négatif au cours de son stockage**.**

5.2- La **congélation rapide ou surgélation**

C'est une technique qui permet d'exposer l'aliment à des températures plus basses que la congélation**.** Il s'agit d'un refroidissement brutal **(-35°C/-196°C)** puis de congélation à **(-15°C /-18°C)**. Cette technique permet la formation de nombreux et petits cristaux de glace qui ne détériorent pas l'aliment.

La surgélation est considérée comme une congélation de qualité qui doit respecter les deux conditions suivantes: Application sur un produit sain et Abaissement rapide de la température (**Murielle., 2009).**

Partie expérimentale

Matériel et Méthodes

1- Objectif de l'étude

L'évaluation de la qualité microbiologique des viandes blanches, notamment la **cuisse et le bréchet de volaille**, constitue une étape essentielle pour garantir leur **sécurité sanitaire** et leur conformité aux normes en vigueur. Dans cette étude, nous nous intéressons plus particulièrement à la **quantification des germes saprophytes et pathogènes**, indicateurs clés de l'hygiène de production et de la maîtrise des risques microbiologiques.

L'approche expérimentale repose sur une **méthodologie standardisée**, conforme aux protocoles internationaux (**ISO, FDA, UE**), permettant d'isoler, dénombrer et identifier les microorganismes d'intérêt. Les analyses ciblent à la fois :

- **La flore aérobie mésophile totale (FAMT)**, reflet de la charge microbienne globale,
- **Les pathogènes spécifiques** (***Salmonella spp***., E. ***coli***, ***Staphylococcus aureus***), dont la présence peut engendrer des toxi-infections alimentaires.

Cette partie décrit en détail, **matériels**, **méthodes d'échantillonnage**, **protocoles de laboratoire** et **critères d'interprétation** retenus pour obtenir des résultats fiables et reproductibles. Les données générées serviront de base à une **évaluation des risques** et à la proposition de mesures correctives, si nécessaire, pour optimiser les pratiques d'hygiène tout au long de la filière avicole.

2- Materiel et méthodes

2.1-Matériel

2.1.1- Materiel biologique (échantillonnage)

Notre étude s'est déroulée sur **une période de deux ans (2017-2019)** et a porté sur **70 échantillons de viande de poulet**, collectés de manière aléatoire dans 3**5 boucheries réparties dans la ville de Tiaret**. Les échantillons ont été divisés en deux groupes égaux :

- **35 échantillons de bréchets**
- **35 échantillons de cuisses**

Protocole de prélèvement :

a- Collecte :

Effectuée par les bouchers selon leurs pratiques habituelles de commercialisation.

b- Conditionnement :

Immédiatement placés dans **des sachets stériles numérotés**. Fermeture hermétique et conservation dans **une glacière isotherme à +4°C**.les échantillons sont placés immédiatement au réfrigérateur **de laboratoire de pathologies animales et hygiène alimentaire de l'Institut Vétérinaire de Tiaret**, pour des analyses ultérieures.

2.1.2- matériel non biologique

Matériel de pesée	**Matériel de stérilisation et d'incubation**	**Matériel d'analyse Bactériologiques**	**Autres**
-Balance électronique de précision	- **Autoclave** (stérilisation du matériel). -Four Pasteur -Trois étuves réglées à trois températures différentes : 30°C, 37°C, 44°C	-Milieu de culture* -Réactifs -Boite de pétri -Pipettes graduées -Pipettes pasteur -Tubes à essai -Erlenmeyers -Eprouvettes -Vortex	-Bec bunsen -Bain marie - Pinces -Ciseaux -Marqueurs -Glacière -Sachet stériles -désinfectants (Ethanol 90°) -Porte tubes (portoir -Papier aluminium -- stérile Réfrigérateur -microscope optique -Gants nitrile stériles -Blouse et masque de protection

*Les milieux de culture sont cités dans **l'annexe I**

2.2- Références Normatives

Selon le journal officiel de la république Algérienne (**J.O.R.A**) **N° 35 de 27Mai 1998**, On recherche les germes suivants.

- ✓ ***F**lore **A**érobies **M**ésophiles Total* (FAMT) : **ISO 4833-1 :2013**
- ✓ Coliformes fécaux (*E. Coli*) : **ISO 16649-2 :2001**
- ✓ *Staphylocoques aureus*: **ISO 6888-1 :2021**
- ✓ *Salmonella*: **ISO 6579:2017**

2.3- Méthodes

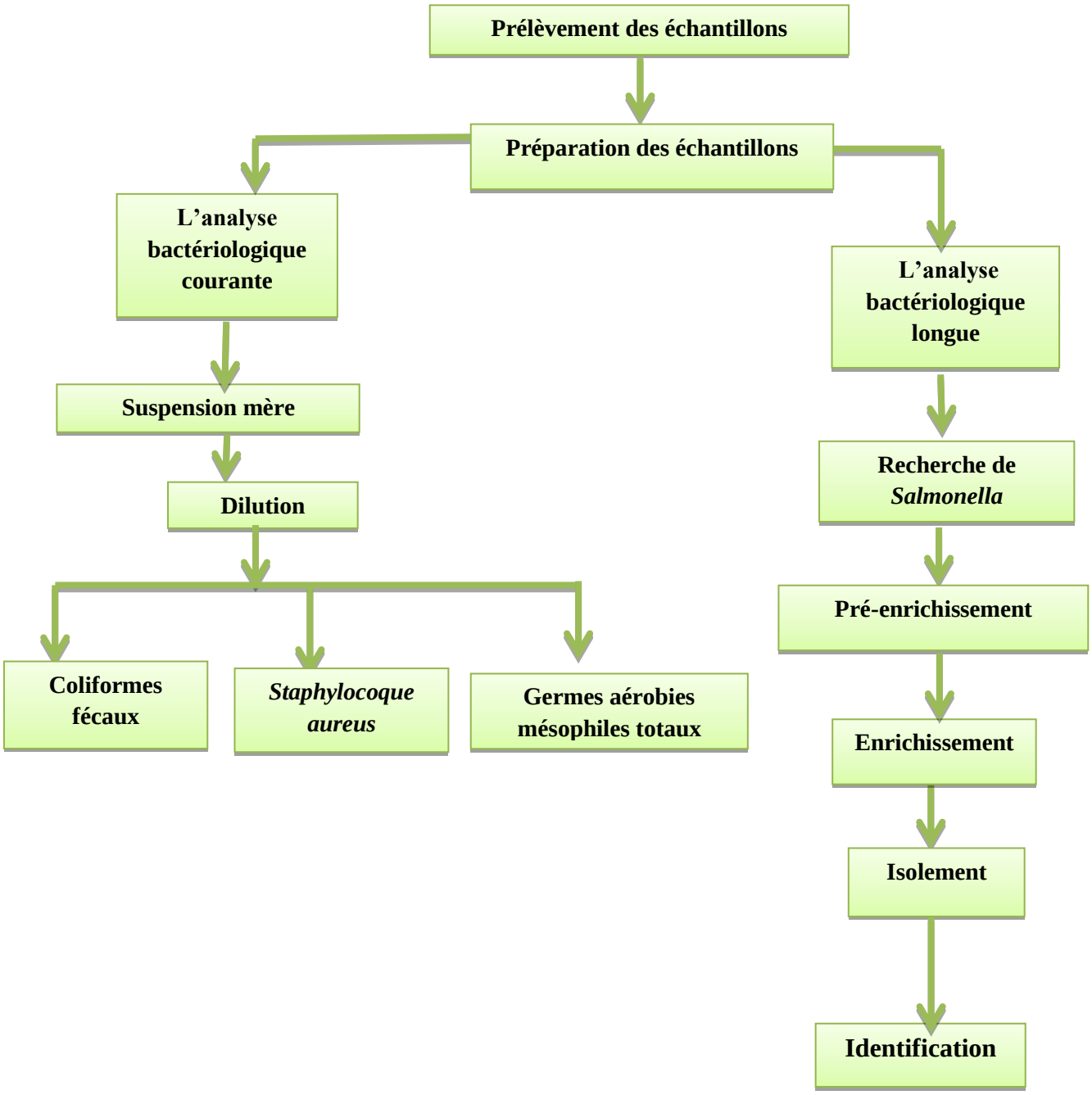


Figure 34 : plan de travail de la recherche des germes contaminants les viandes blanches

2.3.1- analyses bactériologiques

2.3.1.1- Suspension de la solution mère et les dilutions décimales :

2.3.1.1.1- Suspension mère : (ISO 6887-2 : 2017)

Prélever 25g de chaque échantillon de viande et le transférer dans un bol mélangeur aseptique rempli de 225 ml d'eau peptonée stérile (**TSE**) à 0,1%.

Chaque échantillon a ensuite été broyé pendant (2) minutes, pour obtenir un Homogénat, à partir duquel des dilutions en série au dixième de volume ont été préparées. Cette suspension constitue alors la dilution mère (**DM**) qui correspond donc à la dilution 1/10 ou 10^{-1}.A partir de cette suspension ont été effectuées les différentes dilutions décimales qui serviront pour les dénombrements et à la recherche des germes (**FAMT)**, les *coliformes fécaux, Staphylococcus aureus* et *les salmonella*.

2.3.1.1.2- Préparation des dilutions :

Dilution en 1/100 ou 10^{-2} : à partir de la dilution 10^{-1} (**DM**), prélevé aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la **DM** et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de **TSE.**

Dilution en 1/1000 ou 10^{-3} : à partir de la dilution 10^{-2}, prélever 1 ml et déposer dans un tube contenant au préalable 9 ml de **TSE.**

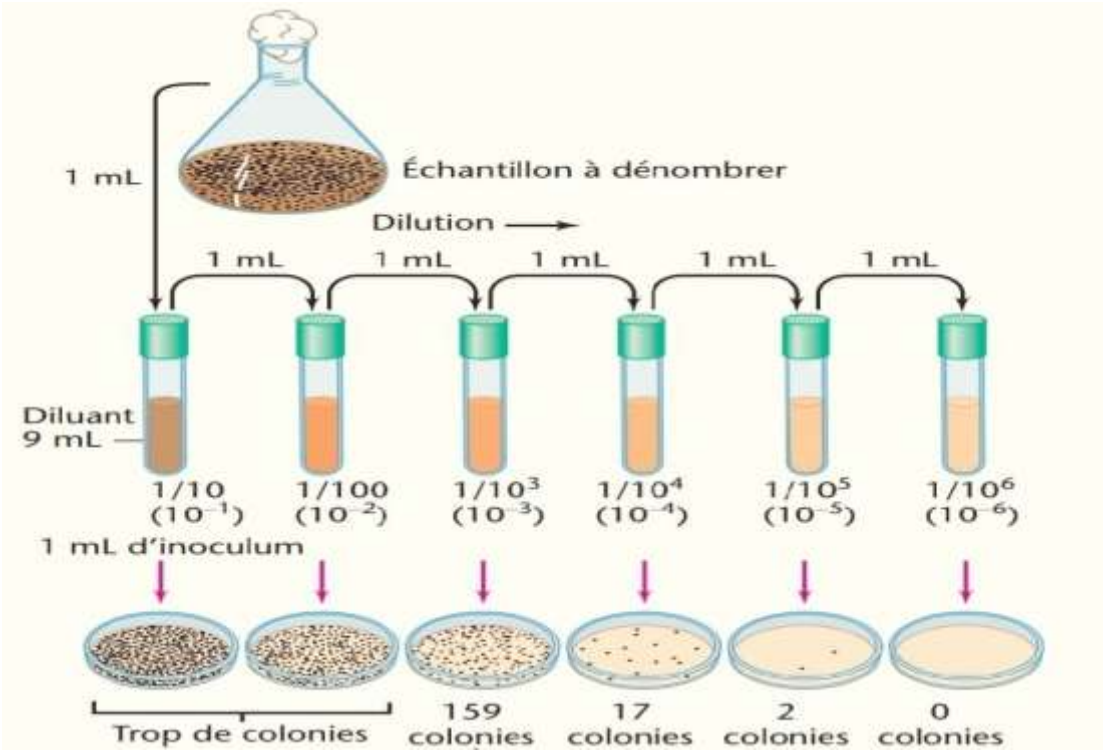


Figure 35 : les étapes de la préparation des dilutions décimales

2.3.1.1.3-Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FAMT) à 30°C (APHA, 2001)

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies**.**

Ces flores sont isolées et dénombrées sur le milieu de culture gélosés **PCA** (**P**lat **C**ount **A**gar) après ensemencement en profondeur selon le protocole suivant :

A partir de la solution mère (10^{-1}) et des dilutions décimales allant de (10^{-2} et 10^{-3}) et à l'aide d'une pipette pasteur, porter aseptiquement 1 ml dans une boite de pétri vide préparée à cet usage et numérotée. Compléter ensuite avec environ 15 ml de **PCA** fondue puis refroidie à +ou-2°C. L'inoculum est soigneusement mélangé au milieu de culture par des mouvements circulaires et de « va-et-vient » ou en forme de « 8 » sur une surface fraîche et horizontale.

On rajoute une deuxième couche d'environ 5 ml de **PCA** ou de gélose blanche, cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses, ensuite les boites seront incubées à 30°C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures
- Deuxième lecture à 48 heures
- Troisième lecture à 72 heures

Les colonies de **FMAT** se présentent sous forme lenticulaire en masse avec une couleur blanchâtre.

- **Le dénombrement:**

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussées sur les boites en tenant compte des facteurs suivants

- Ne dénombrer que les boites contenants entre **15** et **300** colonies
- Le nombre de microorganismes par gramme de produit est calculé à partir des boites retenues au niveau de deux dilutions successives à l'aide de la formule suivante

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

- **N=** le nombre de microorganismes par gramme de produit.
- C= la somme des colonies comptées sur les boites retenues.
- $n_{1=}$ le nombre de boites retenues à la première dilution.
- $n_{2=}$ le nombre de boites retenues à la deuxième dilution.
- d= le taux de dilution correspondant à la première dilution.

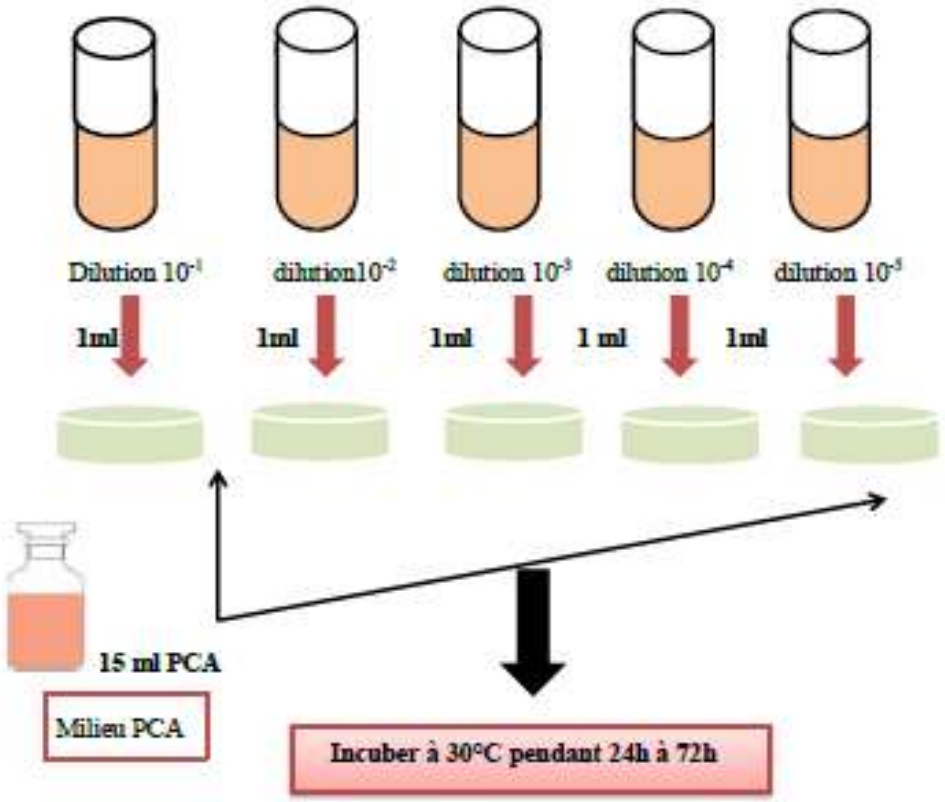


Figure 36 : dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) (Zigh et al. , 2024)

2.3.1.1.4- Recherche et dénombrement des coliformes fécaux : (APHA., 1992)

Dans notre étude, nous avons combiné deux milieux sélectifs pour **optimiser la détection et la quantification d'*E. coli*, le bouillon Mac Conkey** suivi d'une différenciation sur gélose **EMB**. Le bouillon **Mac Conkey** favorise sélectivement la croissance d'***E. coli*** grâce à sa teneur en lactose et en sels biliaires, tandis que la gélose **EMB** est un milieu différentiel contenant du lactose et des colorants (éosine et bleu de méthylène) qui inhibent la croissance des bactéries Gram-positives et différencient les bactéries fermentant le lactose. Les colonies d'*E. coli* sur gélose **EMB** apparaissent généralement vertes avec un reflet métallique.

Ces germes renseignent respectivement sur l'état de fraîcheur de la viande et sur les conditions de l'abattage **(Dennai., 2001).**

- Enrichissement en Bouillon Mac Conkey + Isolement sur Gélose EMB.

Principe

1- **Phase d'enrichissement** (**Bouillon Mac Conkey)** :

- Favorise la croissance des **bactéries lactose Gram négatif** tout en inhibant les Gram positif.
- **Indicateur** : Virage jaune du milieu = fermentation du lactose (présomption de coliformes).

2- **Phase d'isolement (Gélose EMB)** :

- Confirmation spécifique d'*E. coli* par ses colonies **vert métallique brillant**.

Protocol détaillé :

Matériel requis

- **Échantillons** : 25 g de viande de volaille (bréchet/cuisse)
- **Bouillon MacConkey** (stérile, en tubes)
- **Gélose EMB** (en boîtes de Pétri)
- **Eau peptonée tamponnée** (pour homogénéisation)
- **Étuve** à 37°C

Étape 1 : Enrichissement en Bouillon MacConkey

1. **Homogénéisation** :

- Mélanger 25 g de viande avec 225 ml d'eau peptonée tamponnée (ratio 1:10).
- Agiter vigoureusement (vortex) pendant 2 min.

2. **Inoculation** :

- Transférer **1 ml** de l'homogénéisa dans **9 ml de bouillon Mac Conkey**.
- Incuber à **37°C pendant 18–24 h**.

- **Positif** : Turbidité + virage jaune (fermentation du lactose).
- **Négatif** : Bouillon reste violet/incolore.

Étape 2 : Isolement sur Gélose EMB (Eosine Méthylène Blue)

1-Repiquage :

- Prélever une anse du **bouillon Mac Conkey** et étaler sur gélose « **EMB »** en stries pour obtenir des colonies isolées.
- Incuber à **37°C pendant 24 h**.

2-Identification :

- ***E. coli*** : Colonies **petites, convexes, vert métallique brillant**, pouvant avoir un centre noir
- **Autres coliformes** : Colonies roses/mauves (ex : *Klebsiella*).
- **Non-fermenteurs** : Colonies incolores/blanches (ex : *Pseudomonas*).

3. Résultats et Interprétation

- **Charge en *E. coli*** :

✓ Compter les colonies vert métallique et rapporter en **UFC/g** :

UFC/g=Nombre de colonies ×Facteur de dilution 0.1 ml

2.3.1.1.5 - Recherche et dénombrement des Staphylocoques aureus (Islam., 2014)

Principe

La gélose Mannitol-Sel-Agar (MSA) est un milieu sélectif et différentiel

Sélectif : La forte concentration en NaCl (7,5%) inhibe la plupart des bactéries sauf les Staphylocoques (halotolérants).

Différentiel : Le mannitol permet de distinguer ***S. aureus*** (fermente le mannitol → acidification → virage au jaune de l'indicateur de pH) des autres Staphylocoques (pas de fermentation, colonies roses/rouges).

- Protocol détaillé

1-préparation des échantillons

- Mélanger 25 g de viande dans 225ml d'eau peptonnée tamponnée (dilution 10^{-1}) puis Broyer ou Homogénéiser.
- **Dilutions** : Réaliser des dilutions décimales si nécessaire (ex : 10^{-1}, 10^{-2}) pour le dénombrement.

2- Ensemencement :

Ensemencer **0,1 ml** sur gélose Mannitol-Sel (selon la charge microbienne attendue).

Incuber à **35–37°C pendant 24–48 h.**

3-Lecture des résultats

- Colonies **jaunes** (fermentation du mannitol).
- Entourées d'une **zone jaune** (acidification du milieu).
- *Autres staphylocoques* (ex : *S. epidermidis*) :
- Colonies **roses/rouges** (pas de fermentation du mannitol).

4-Interprétation :

Compter les colonies jaunes avec halo jaune (présomption de ***S. aureus***).
Confirmation par test **coagulase** sur au moins 1 à 5 colonies.

5-Tests de confirmation de présence ou d'absence de staphylocoque aureus.

Pour confirmer que les colonies jaunes sont bien ***S. aureus***, on procède au test catalase dont l'objectif est d'éliminer rapidement les bactéries non staphylococciques » les ***staphylococcus*** sont catalase positifs (production des bulles avec H_2O_2) » suivi successivement par le test coagulase qui permet de distinguer *Staphylococcus aureus* des autres staphylococcus (*S. épidermidis*, coagulase négatifs).

5.1-Test de catalase

- Prélever une colonie suspecte avec une anse stérile.
- Déposer la colonie sur une lame propre.
- Ajouter 1 goutte de **H_2O_2à3%**.

- **Résultat catalase positif (+)** ⟶ formation immédiate de bulles (O_2) **(figure 37)**. Passez au **test coagulase**.
- **Résultat catalase négatif (–)** ⟶ Écartez (ce n'est pas un *Staphylococcus*).

Une colonie suspecte est mise Sur Une goutte de H2O2 (Eau oxygénée)	Pas effervescence Catalase (-) → Absence de *Staphylococcus aureus*
	Effervescence (+) → Catalase (+) Présence de *Staphylococcus aureus*

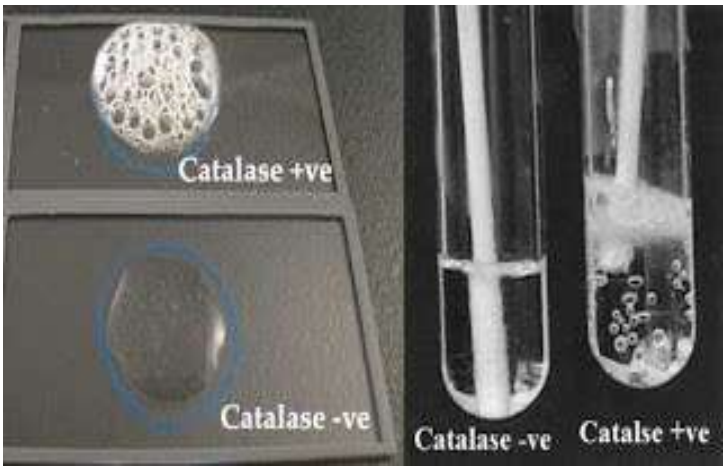


Figure 37: Test catalase (Sagar., 2022)

5.2- Test coagulase

Mélanger des colonies dans **0,5 ml de plasma de lapin**.Incuber à **37°C pendant 4h**.

- **Coagulase positive(+)** ⟶ formation d'un caillot insoluble. Confirmation de *S. aureus*.

- **Coagulase négative (–)** ⟶ Autre *Staphylococcus* non pathogène.

Figure 38 : Test coagulase

6- Coloration de gram de *Staphylococcus aureus*

La **coloration de Gram** est un examen microscopique essentiel pour confirmer la morphologie et les caractéristiques de ***Staphylococcus aureus*** après isolement sur gélose Mannitol-sel.

Protocol expérimental

1. **Cristal violet (1 min)**

- ✓ Recouvrir le frottis avec le violet de gentiane.
- ✓ Laisser agir 1 minute.
- ✓ Rincer doucement à l'eau distillée.

2. **Lugol**

- ✓ Appliquer la solution d'iode (Lugol).
- ✓ Laisser agir 1 minute.
- ✓ Rincer à l'eau.

3. **Décoloration (10–15 secondes)**

- ✓ Verser de l'alcool-acétone goutte à goutte jusqu'à ce que le liquide qui s'écoule soit clair.
- ✓ **Ne pas décolorer trop longtemps** (risque de faux Gram négatif).

- ✓ Rincer immédiatement à l'eau.

4. Contre-coloration à la safranine (30 sec–1 min)

- ✓ Recouvrir avec de la safranine ou de la fuchsine.
- ✓ Laisser agir 30 secondes à 1 minute.
- ✓ Rincer à l'eau et sécher à l'air.

5. Observation au microscope

1. Ajouter une goutte d'huile à immersion sur le frottis.
2. Observer au microscope optique avec l'objectif 100x.

Résultats attendus pour ***Staphylococcus aureus :*** Gram positif → **Cocci violets/bleus.**

2.3.1.1.6-Recherche et dénombrement des *salmonella* :

Dans l'échantillon, les salmonelles peuvent non seulement être présentées en petit nombre par rapport à une flore bactérienne nombreuse et variée, en particulier des entérobactéries, mais aussi se trouve dans un état physiologique précaire. Leur recherche nécessite donc quatre phases successives selon la norme :**(ISO) (66759-3 : 2003)**

Cette procédure comporte les étapes suivantes : pré-enrichissement, enrichissement, isolement et identification.

Pré-enrichissement : (Étape Critique pour la Revitalisation des Cellules)

Objectif :

Favoriser la croissance de *Salmonella* potentiellement stressée ou en faible concentration, mais aussi les autres types de bactéries éventuellement associés au prélèvement. Généralement l'échantillon est dilué au dixième dans l'eau peptonée tamponnée **(BPW)** ou le bouillon lactose (milieu non sélectif idéal pour la récupération des cellules endommagées).

Ensemencement

- Mélanger **25 g de viande** de poulet avec **225 ml de BPW (bouillon pré-enrichissement ou bouillon lactose)** dans un sac stérile, pendant 2 minutes (ou agiter manuellement vigoureusement)

- Homogénéisation et incubation à **37°C pendant 18–24 h** (aérobie) pour revivifier les ***Salmonella*** potentiellement stressées.

Remarque : Ne pas dépasser 24 h pour éviter la compétition microbienne.

Enrichissement Sélectif (Amplification de **Salmonella**)

Objectif

Supprimer les bactéries compétitrices tout en favorisant l'amplification *deSalmonella.*

Cette phase d'enrichissement sélectif doit utiliser deux milieux d'enrichissement différents :

- 0.1 ml du pré-enrichissement ajouté au bouillon **Rappaport-Vassiliadis (RV)** (incubation à 42°C, 24 heures).
- 1 ml ajouté de bouillon tétrationate de Müller-kauffmann (incubation à 37°C, 24 heures).

Ensemencement sur XLD

Technique

Étaler **100 µL** de chaque bouillon enrichi sur gélose XLD.

Incuber à **37°C pendant 24–48 h**.

- **Observation des colonies** :

Salmonella spp. → **Colonies rouges à centre noir** (dû à la production de H_2S).

Shigella → Colonies rouges (sans centre noir).

E. coli → Colonies jaunes (fermentation de la xylose).

Dénombrement (Méthode MPN ou comptage direct)

- **Si quantification nécessaire** :

Utiliser la méthode **NPP (Nombre Plus Probable)** en dilutions sériées.

- Si colonies typiques sur XLD, compter et confirmer par tests biochimiques/sérologiques.

Confirmation

Tests biochimiques :

TSI (Triple Sugar Iron) → Pente rouge/jaune, H_2S positif.

LIA (Lysine Iron Agar) → Alcalinisation (violet).

Test à l'uréase → Négatif pour *Salmonella*.

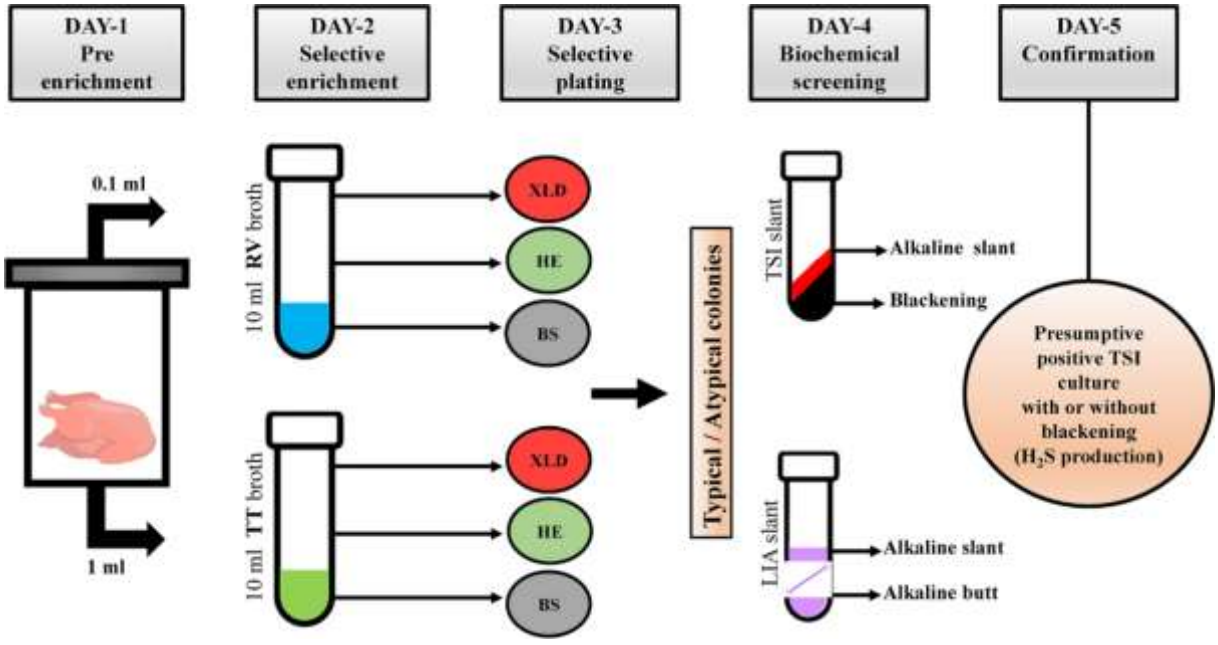


Figure 39 : dénombrement et isolement des *Salmonella*

29 Chaoual 1438
23 juillet 2017 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°44 19

A: Schéma du mode opératoire

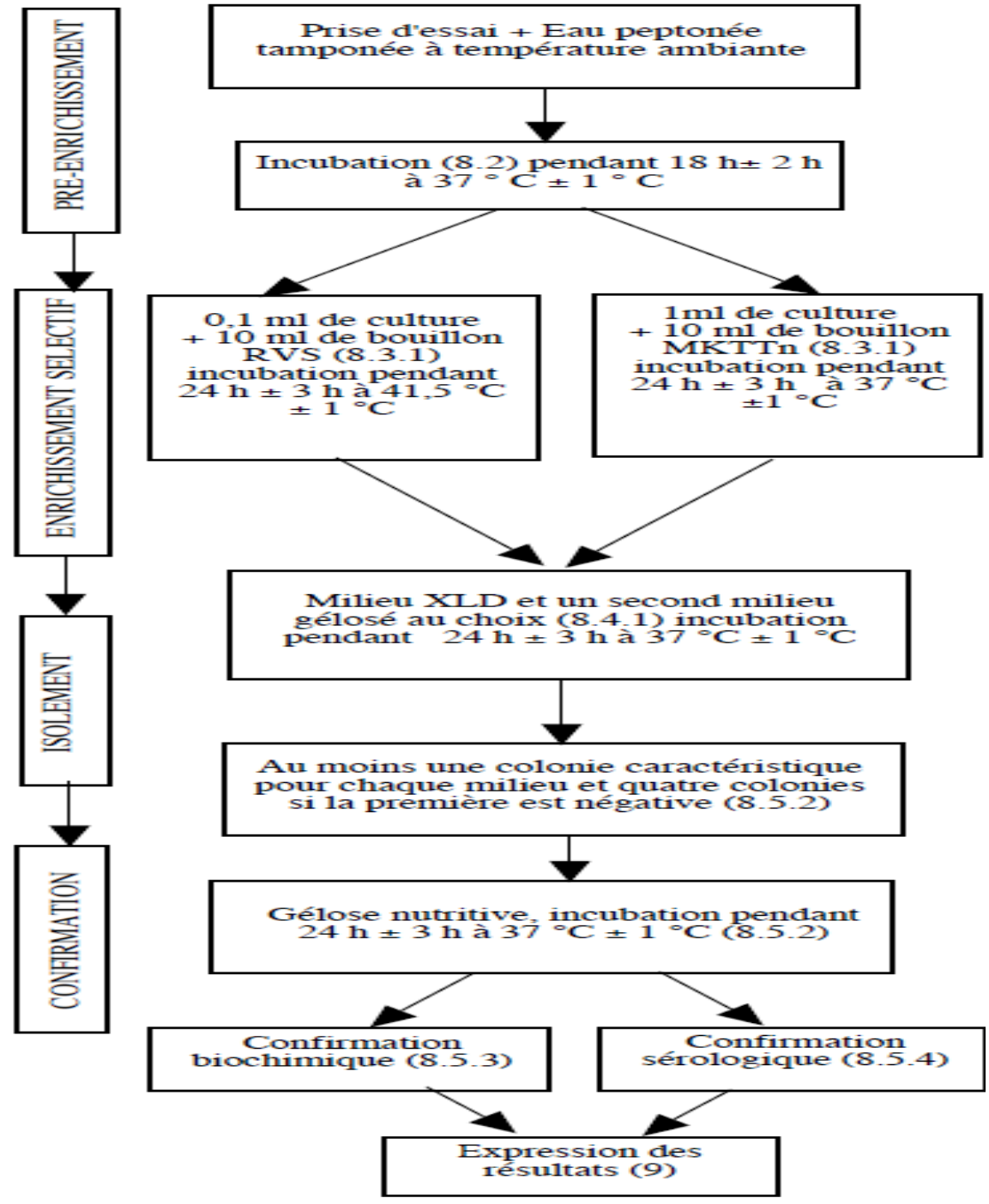


Figure 40 : schéma du mode opératoire de *Salmonella*

Méthode d'analyse statistique

L'intervalle de confiance à 95 % des taux de prévalence des microbes dans la viande blanche a été estimé à l'aide d'une distribution binomiale exacte. Les logarithmes moyens de la teneur en germes dans la viande de poulet ont été comparés à l'aide du test de **Welch** à variance inégale (**Petrie et Watson, 2006**).

Résultats et discussion

2.4- Les résultats de l'analyse microbiologique

Pour caractériser précisément la contamination microbienne de la viande de poulet (germes d'altération et pathogènes), notre étude a combiné :

1. Méthodologie Rigoureuse

- **Échantillonnage représentatif** : **70** échantillons (**35** cuisses, **35** bréchets) prélevés dans des conditions standardisées.
- **Analyses normées** : Suivi des protocoles **ISO** pour chaque paramètre microbiologique.

2. Paramètres Évalués

- ***Flore mésophile aérobie totale (FMAT)*** : Indicateur global d'hygiène.
- ***Coliformes/Coliformes fécaux*** : Traçage des contaminations fécales.
- **Pathogènes ciblés** : Détection de *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*.

3. Analyse Comparative

- Comparaison aux seuils sanitaires en vigueur.
- **Validation statistique** : Tests de **Welch** pour identifier les écarts significatifs entre groupes.

4. Interprétation Intégrée

- **Risque sanitaire** : Niveau de dangerosité pour le consommateur.
- **Sources de contamination** : Identification des points critiques (abattage, stockage).
- **Recommandations pratiques** : Mesures correctives pour la filière avicole.

2.4.1- Les résultats globaux de l'analyse microbiologique

Le tableau résume les résultats de l'analyse bactériologique globaux exprimés en log UFC/g sauf pour ***Salmonella*** où ils sont présentés en pourcentage.

Tableau 6 : résultats globaux d'analyse microbiologique exprimés en log UFC/g

Germes	Viande	Moyenne (+-Sd)	Moyenne +- Sd)	Min	Max	Standard**	P valeur inégale (test de Welch)
APC	**Cuisse**	**5.80 (0.55)**	**5.33*(0.26)**	**4.28**	**5.59**	**N.D**	**0.239133^{e}-21***
	Bréchet		**6.27 (0.31)**	**5.26**	**6.68**		
S. aureus	**Cuisse**	**4.09 (1.59)**	**3.87 (1.49)**	**0**	**5.42**		**0.239133**
	Bréchet		**4.31 (1.62)**	**0**	**5.41**	**4**	
E. coli	**Cuisse**	**4.89**	**4.71 (0.43)**	**4.14**	**5.53**		**0.0017***
	Bréchet		**5.07 (0.47)**	**3.2**	**5.7**	**4.69**	
***Salmonella* (présence)**	**Cuisse**	**31.42%**	**25.71 (%)**			**Absent/10g**	
	Bréchet		**37.14 (%)**				

*Différence significative à intervalle de confiance de 95% ;

** (**J.O.R.A N°39**. Arrêté interministériel du **4 octobre 2016** fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires).

APC=**N**umération sur **P**laque **A**érobie.

ND= **N**on **D**éterminée.

Sd= **d**ifférence **s**ignificative.

❖ La charge en **APC**

Le **bréchet** présente une charge microbienne moyenne nettement plus élevée (**6.27 log UFC/g**) que la **cuisse** (**5.33 log UFC/g**), avec un écart de **0.94 log UFC/g**. En termes pratiques, cela signifie que le bréchet peut héberger près de **10 fois plus** de bactéries que la cuisse. Une telle différence, confirmée par un test statistique de Welch (*p* < 0.001), indique que cette variation n'est pas due au hasard, mais probablement à des facteurs liés à la manipulation, la structure musculaire, ou les conditions de conservation.

Le **bréchet** montre non seulement une contamination plus élevée, mais aussi une **plus grande dispersion** des résultats (écart-type de 0.31 contre 0.26 pour la cuisse).
Cela se traduit par des extrêmes plus marqués :

- **Brechet** : Min = 5.26, Max = 6.68 log UFC/g
- **Cuisse** : Min = 4.28, Max = 5.59 log UFC/g

❖ La charge en ***Staphylococcus aureus***

L'étude révèle une **charge moyenne globale en *Staphylococcus aureus*** de **4.09 ± 1.59 log UFC/g** pour l'ensemble des échantillons (cuisse + bréchet). Cependant, des différences notables existent entre les deux morceaux :

- **Cuisse** : **3.87 ± 1.49 log UFC/g** (max = 5.42).
- **Brechet** : **4.31 ± 1.62 log UFC/g** (max = 5.41), avec une **valeur standard de référence fixée à 4 log UFC/g**.

Comparaison des Résultats

- **Écart moyen** : Le bréchet présente une contamination légèrement plus élevée (+0.44 log UFC/g) que la cuisse, mais cette différence est **moins marquée** que pour **l'APC** (analyse précédente).

- Le bréchet montre une dispersion plus forte (écart-type = 1.62 contre 1.49), bien que les maximas soient quasi-identiques (5.41 contre 5.42).
- La charge moyenne de le bréchet (4.31) dépasse sa **valeur standard** (4.0), signalant un possible risque sanitaire.

Significativité Statistique :

La **p-value du test de Welch (0.239)** indique que la différence entre cuisse et bréchet **n'est pas statistiquement significative** (seuil classique : *p* < 0.05).

- **La charge en *E. coli***

L'étude révèle une **charge moyenne globale en *E. coli*** de **4.89 log UFC/g** pour l'ensemble des échantillons. Une différence notable apparaît entre les deux morceaux analysés :

- **Cuisse** : 4.71 ± 0.43 log UFC/g (min = 4.14, max = 5.53)
- **Brechet** : 5.07 ± 0.47 log UFC/g (min = 3.2, max = 5.7)

Différences Significatives

- **Écart moyen** : Le bréchet présente une contamination significativement plus élevée (+0.36 log UFC/g) que la cuisse.

- Le bréchet montre une dispersion légèrement plus importante (écart-type = 0.47 contre 0.43).
- L'intervalle complet est plus large pour le bréchet (3.2-5.7) que pour la cuisse (4.14-5.53).

Significativité Statistique :

La valeur P **du test de Welch (0.0017)** indique une différence **hautement significative** entre les deux morceaux ($p < 0.01$), confirmant que l'écart observé n'est pas dû au hasard.

Évaluation par Rapport aux Normes

- La valeur de référence pour le bréchet est fixée à **4.69 log UFC/g**
- La charge moyenne observée dans le bréchet (5.07) dépasse ce seuil de référence
- Certains échantillons de bréchet atteignent des niveaux préoccupants (max = 5.7).

❖ **La charge en *Salmonella***

L'étude révèle une **prévalence globale de *Salmonella*** de **31,42%** sur l'ensemble des échantillons analysés, avec des différences marquées entre les morceaux :

- **Cuisse** : 25,71% de prévalence
- **Brechet** : 37,14% de prévalence

Écart Significatif Entre Morceaux

- Le bréchet présente un **taux de contamination 44% plus élevé** que la cuisse
- Cet écart représente une **différence absolue de 11,43 points de pourcentage**

Comparaison avec le Seuil de Référence :

Le seuil réglementaire indiqué est **"absent dans 10g"**, ce qui signifie que :

- **Toute détection** de *Salmonella* constitue un non-respect des normes
- Les prévalences observées (25,71% et 37,14%) sont **inacceptables** selon ce standard

2.4.1.1-Analyse statistique des germes FAMT dans la viande de poulet

Tableau 7 : évaluation de la charge en APC du poulet blanc exprimée en log UFC/g

Paramètres	Moyenne globale	Cuisse	Bréchet	Interprétation statistique
Moyenne (log UFC/g)	**5.80 E0.55**	**5.33E0.26**	**6.27E0.31**	**Ecart type : +0.94 log**
Minimum		**4.28**	**5.26**	**Différence minimale : +0.98 log**
Maximum		**5.59**	**6.68**	**Différence maximale : +1.09 log**
Valeur P (Welch)		**2.39 x 10^{-21}**		**Différence non aléatoire**

La charge microbienne globale (APC) des deux morceaux s'élève à 5,80 ± 0,55 log UFC/g, reflétant un niveau de contamination modéré. En revanche, la cuisse présente une charge moyenne plus faible (5,33 ± 0,26 log UFC/g), avec des valeurs minimale et maximale respectives de 4,28 et 5,59 log UFC/g. La faible amplitude de cet écart, couplée à un écart-type réduit, confirme une stabilité remarquable de la contamination dans ce morceau.

Concernant le bréchet, La moyenne dépasse le seuil de référence de **6 log UFC/g** pour la viande fraîche (**ISO4833-1 :2013**), indiquant une contamination élevée par rapport aux normes industrielles. La valeur maximale (**6,68 log UFC/g**) confirme que certains échantillons présentent un risque microbiologique notable.

L'écart-type modéré (**± 0,31**) suggère une dispersion acceptable mais non négligeable autour de la moyenne.

L'amplitude entre les valeurs minimale et maximale (**1,42 log UFC/g**) révèle une hétérogénéité partielle, possiblement liée aux conditions de manipulation ou à des facteurs anatomiques.

Test de Welch : La valeur *p* extrêmement faible (**2.39×10^{-21}**) confirme que la différence est **hautement significative** (non due au hasard). Ce qui déduit que le bréchet est **systématiquement plus contaminé**, indépendamment des variations aléatoires.

Cette différence pourrait s'expliquer par :

- Une surface cutanée plus étendue, favorisant l'adhésion microbienne.
- Un contact prolongé avec les équipements lors de la découpe. Ce qui confirme que le bréchet est le site le plus vulnérable à la contamination microbienne dans cette étude, avec des dépassements occasionnels des seuils admissibles.

2.4.1.2- Analyse de la Contamination à *Staphylococcus aureus* dans la Viande de Poulet

Tableau 8 : évaluation de la charge en *staphylococcus aureus* dans la viande de poulet exprimée en log UFC/g.

Paramètre	Moyenne Globale	Cuisse	Brechet	Seuils de Référence
Moyenne ± SD	**4.09 ± 1.59**	**3.87 ± 1.49**	**4.31 ± 1.62**	**≤ 4**
Minimum	**0**	**0**	**0**	**-**
Maximum	**-**	**5.42**	**5.41**	**Niveaux critiques**
Test de Welch (p)	**-**	**0.239133**		**-**

Les résultats révèlent une situation microbiologique contrastée entre les deux morceaux. La charge globale s'établit à **4.09 log UFC/g**, marquant un léger dépassement du seuil de 4 log UFC/g, principalement attribuable à le bréchet qui présente une moyenne de **4.31 log UFC/g** contre **3.87 log UFC/g** pour la cuisse. Cette différence, bien que numériquement marquée (**+0.44 log UFC/g**), n'atteint pas le seuil de significativité statistique (**p=0.239**, test de Welch), ce qui suggère que les variations observées pourraient relever de la variabilité expérimentale plutôt que d'une différence biologique fondamentale.

L'examen des distributions montre cependant des profils distincts. Le bréchet se caractérise par une variabilité plus prononcée (écart-type de **1.62** contre **1.49** pour la cuisse, soit **+8.7%)**, se traduisant par des maxima élevés (**5.42 log UFC/g**) qui, bien que comparables à ceux de la cuisse (**5.41 log UFC/g**), surviennent dans un contexte de moyenne globale plus élevée. Cette plus grande dispersion des valeurs dans le bréchet traduit probablement une exposition

différentielle aux facteurs de contamination, avec une répartition hétérogène des biofilms sur les surfaces de manipulation qui entrent plus fréquemment en contact avec ce morceau.

La comparaison des risques sanitaires fait apparaître une situation préoccupante pour le bréchet, où la combinaison d'une moyenne supérieure au seuil et de pics de contamination élevés crée un terrain favorable à la production d'entérotoxines thermostables par ***S. aureus***. Bien que les deux morceaux présentent des maxima similaires, leur interprétation diffère : pour la cuisse, ces pics représentent des déviations par rapport à une moyenne globalement acceptable, tandis que pour le bréchet, ils s'inscrivent dans un continuum de valeurs déjà préoccupantes.

Cette analyse met en lumière la nécessité d'interpréter conjointement les paramètres statistiques et microbiologiques. L'absence de significativité au test de Welch ne doit pas occulter les différences observables dans la distribution des charges microbiennes, qui reflètent vraisemblablement des expositions différenciées lors de la manipulation, le bréchet étant à la fois plus exposée par sa surface cutanée étendue et par son contact plus fréquent avec les équipements de transformation. « Valeur p=0.239 (>0.05) la différence entre cuisse et bréchet n'est pas statistiquement significative ».

Les pics de contamination (>5 log UFC/g) doivent déclencher des **actions correctives** (ex : vérification de l'hygiène des opérateurs, nettoyage des équipements, lavage des mains). De même, une analyse approfondie des étapes à risques (ex : éviscération, emballage) est nécessaire.

2.4.1.3-Analyse comparative de la contamination à *E. coli* entre la cuisse et le bréchet

Tableau 9 : évaluation de la charge en *E. coli* exprimée en (log UFC/g)

Paramètre	Moyenne Globale	Cuisse	Bréchet	Seuil de Référence
Moyenne ± SD	**4.89**	**4.71 ± 0.43**	**5.07 ± 0.47**	**≤ 4.69 (bréchet)**
Minimum	-	**4.14**	**3. 20**	-
Maximum	-	**5.53**	**5.70**	-
Test de Welch (p)	-	-	**p = 0.0017**	-

Les données révèlent une contamination différentielle marquée entre les deux morceaux, tant en magnitude qu'en distribution. La charge microbienne moyenne montre un écart net, avec **5.07 log UFC/g** pour le bréchet contre **4.71 log UFC/g** pour la cuisse (**p=0.0017)**, indiquant une différence hautement significative. Cette variation systématique contraste avec l'homogénéité relative observée au sein de chaque groupe (écarts-types de **0.43 à 0.47**), suggérant que les facteurs de contamination agissent de manière différentielle entre morceaux plutôt qu'aléatoirement.

Le bréchet présente un profil particulièrement préoccupant :

- Sa médiane dépasse le seuil critique de **4.69 log UFC/g**, impliquant que **50%** des échantillons présentent une contamination inacceptable
- Bien que le minimum observé **(3.20 log UFC/g)** démontre la possibilité d'obtenir des produits sains, les pics à **5.70 log UFC/g** révèlent un risque sanitaire latent
- L'étroitesse de l'intervalle interquartile (données homogènes) associée à cette moyenne élevée confirme une exposition constante à des sources de contamination

L'analyse statistique renforce ces observations :

- La valeur p de **0.0017 (<0.01)** atteste d'une différence biologiquement pertinente
- La puissance statistique adéquate élimine les doutes sur la robustesse de ce résultat
- L'effet systématique observé transcende la variabilité intra-groupe.

Les mécanismes sous-jacents semblent liés à :

1. **Facteurs anatomiques** :

- La peau plus fine et étendue du bréchet favorise la pénétration bactérienne.

- La graisse sous-cutanée protectrice de la cuisse agit comme barrière naturelle.

2. **Facteurs opérationnels** :

❖ Le contact prolongé avec les surfaces de découpe expose le bréchet aux biofilms résiduels.
❖ Sa morphologie plate augmente la surface de contact avec les équipements contaminés.

Cette situation épidémiologique particulière appelle à une vigilance accrue :

- La stabilité des charges (faibles écarts-types) suggère des sources de contamination constantes.
- L'écart moyen significatif bréchet/cuisse implique des mesures correctives ciblées
- La présence simultanée d'échantillons sains et fortement contaminés complique le contrôle qualité.

En conclusion, ces résultats mettent en évidence une contamination à *E. coli* structurellement plus élevée dans le bréchet, nécessitant des protocoles de maîtrise spécifiques pour ce morceau à haut risque. Par conséquent, l'amélioration doit être continue en optimisant les procédures de nettoyage et désinfection ainsi que la formation d'un personnel aux bonnes pratiques d'hygiène. Un renforcement du contrôle qualité pour ce pathogène indicateur d'hygiène.

2.4.1.4-**Analyse Approfondie de la Contamination à** *Salmonella* **dans la Viande de Poulet**

Tableau 10 : Evaluation de la charge en S*almonella* dans la viande de poulet exprimée en pourcentage

Paramètre	Prévalence Globale	Cuisse	Brechet	Seuil Réglementaire
Taux de Détection	**31.42%**	**25.71%**	**37.14%**	**Absente dans 10g**

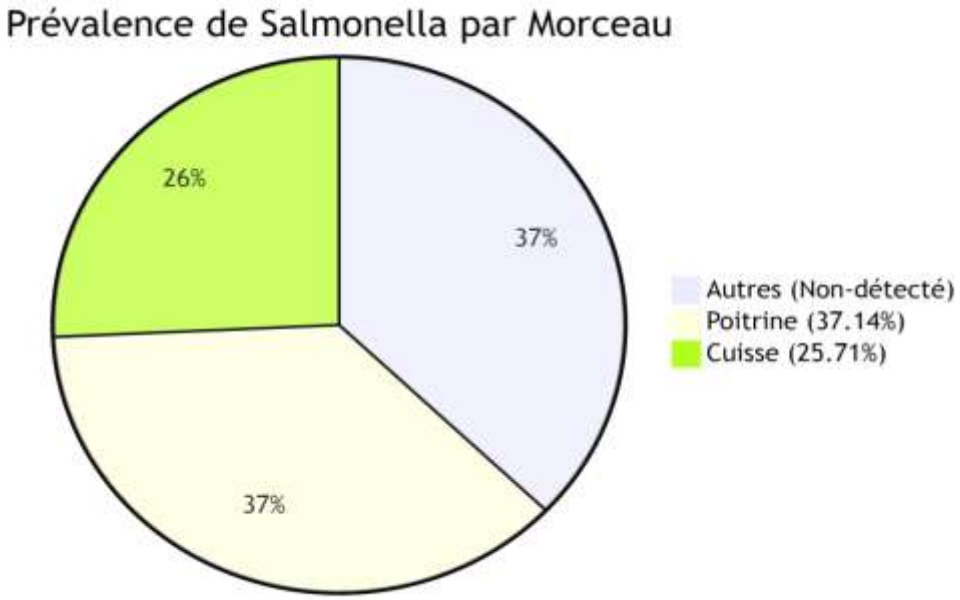


Figure 41 : prévalence de *Salmonella* par morceau

L'analyse révèle une situation préoccupante quant à la présence de ***Salmonella*** dans les morceaux de viande blanche examinés. Avec une prévalence globale de **31,42%,** ce pathogène montre une distribution inégale entre les différents morceaux, traduisant des voies de contamination distinctes.

Le bréchet apparaît comme le morceau le plus à risque, affichant une prévalence de **37,14%**, significativement plus élevée que celle observée dans la cuisse **(25,71%)**. Tous ces taux violent gravement la norme « absente dans 10 g de viande »
Le bréchet est 1.44 plus contaminée que la cuisse (écart absolu de 11.43 points)

La particularité de ***Salmonella*** réside dans son potentiel infectieux extrêmement élevé : une dose de **10** à **100** bactéries seulement peut provoquer une infection. Ceci rend d'autant plus critique la situation actuelle où le seul critère réglementaire - l'absence dans 10g - est fréquemment non respecté. Notons qu'à la différence d'autres indicateurs microbiologiques, il n'existe pas de seuil quantitatif pour Salmonella, ce qui complique l'évaluation précise du risque.

L'analyse des sources probables de contamination révèle deux schémas distincts :

- Pour la cuisse, la contamination semble principalement liée à des incidents lors de l'éviscération, avec des projections de matière fécale pouvant atteindre le produit.
- Pour le bréchet, le mécanisme apparaît différent, impliquant plutôt la persistance de biofilms sur les équipements de découpe et de transformation.

Cette dichotomie dans les voies de contamination explique en partie la différence observée entre les morceaux.
Le bréchet, par sa morphologie et sa position anatomique, entre plus fréquemment en contact avec les surfaces potentiellement contaminées tout au long de la chaîne de transformation. À l'inverse, la cuisse bénéficie peut-être d'une certaine protection par sa structure musculaire plus compacte et sa teneur en graisse sous-cutanée.

Ces résultats soulignent la nécessité d'une approche différenciée dans les mesures de maîtrise, avec une attention particulière portée au bréchet qui cumule les facteurs de risque. Ils appellent également à une réflexion sur l'adaptation des procédures de nettoyage-désinfection, particulièrement pour les équipements en contact avec ce morceau à haut risque.

2.5-Discussion et interprétation des résultats

2.5.1-Analyse comparative des niveaux de contamination microbienne dans la viande de poulet par FAMT.

Tableau 11 : Synthèse comparative des charges microbiennes en APC dans le poulet (log UFC/g)

Etude	Bréchet (log UFC/g)	Cuisse (log UFC/g)
Notre étude	**6.27**	**5.33**
(Banana et al., 2016)	**2**	**6**
(Al-Nehlawi et al., 2013)	**5.8-6.5**	**5.2-5.9**
(Osaili et al.,2018)	**6.1**	**5.6**
(EFSA., 2020)	**5.0-7.0**	**4.5-6.5**
(Saikia et Joshi., 2010)	**6.38**	**6.56**
(Hassanien et al., 2016)	**6.64**	**6.57**
(Smith et al.,)	**5.50**	**7.10**
(Daoud et al., 2012)	**3.32**	**3.43**
(Shaltout et al., 2015)	**4.5**	**-**
(Abdullah et al., 2022)	**6.5**	**5.8**
(Sartos et al., 2008)	**6.1**	**5.4**
(Nossair et al., 2015)	**8.6**	

Notre étude révèle des niveaux de contamination microbiologique intermédiaires par rapport aux données internationales, avec des concentrations de 6,27 log UFC/g pour le bréchet et 5,33 log UFC/g pour la cuisse. Ces résultats se situent dans la fourchette rapportée par la majorité des études :

1. **Pour le bréchet** :

Nos valeurs (6,27 log UFC/g) sont comparables à celles d'Al-Nehlawi (5,8-6,5 log UFC/g), Osaili (6,1 log UFC/g), Abdullah (6 log UFC/g) et Sartos (6,1 log UFC/g)

Elles sont légèrement inférieures à Hassanien (6,64 log UFC/g) et Nossair (8,6 log UFC/g)

Supérieures à Daoud (3,32 log UFC/g) et Shaltout (4,5 log UFC/g).

2. **Pour la cuisse** :

Nos résultats (5,33 log UFC/g) sont similaires à Osaili (5,6 log UFC/g) et Sartos (5,4 log UFC/g).

Inférieurs à Saikia (6,56 log UFC/g), Hassanien (6,57 log UFC/g) et Smith (7,10 log UFC/g).

Supérieurs à Daoud (3,43 log UFC/g).

Principales observations :

Le bréchet présente systématiquement des charges microbiennes plus élevées que la cuisse dans notre étude et la plupart des références.

La variabilité inter-études est importante (de 3,32 à 8,6 log UFC/g), reflétant des différences dans :

- Les pratiques d'élevage et d'abattage.
- Les conditions de refrigeration.
- Les méthodes d'analyse.

Implications sanitaires :

- Nos valeurs dépassent les seuils recommandés par l'EFSA (5,0 log UFC/g pour bréchet).
- La différence bréchet/cuisse suggère :
- Une contamination de surface plus importante.
- Un besoin de protocoles de nettoyage adaptés.

Recommandations :

1. Renforcer les contrôles sur le bréchet.
2. Adapter les procédures de réfrigération.
3. Harmoniser les méthodes d'analyse.

Cette analyse positionne notre étude dans le contexte international et souligne la nécessité d'améliorations ciblées pour atteindre les standards les plus exigeants.

2.5.2-Analyse comparative des niveaux de contamination microbienne dans la viande de poulet par *staphylococcus aureus.*

Tableau 12 : synthèse comparative des charges microbiennes en *Staphylococcus aureus* dans le poulet (log UFC/g).

Auteur(s)	Pays	Type d'échantillon	Prévalence (%)	Charge moyenne (log UFC/g)	Année
Notre étude	Algérie	Viande de poulet (global)	88.57	4.09	2017-2019
		Bréchet	-	4.31 ± 1.62	
		Cuisse	-	3.87 ± 1.49	
(Banana et al., 2016)	-	-	78.48	-	2016
Wilfred et al., 2012)	-	-	100	-	2012
Shaltout et al., 2015)	-	-	24	2.67*	2015
(Guergueb., 2022)	-	-	46.66	1.08*	-2022
(Lidji et al, 2006).	-	-	30.30	-	2006
(Khallaf et al., 2014)	-	-	16.66	-	2014
(Mohamed et al., 2010)	-	Carcasses fraîches	27.5	4.45	2010
(Kozacinski et al., 2008)	-	Bréchets avec peau	28.75	2.98	2006
Javadi et al.,	-	-	-	4.79	-
(Haleem et al., 2013)	-	-	-	2.1	-2013
(Tougan et al., 2010)	-	-	-	1.53	-2010
(Chai et al., 2017)	-	Bréchets avec peau	-	2.43	-2017
(Nossair et al., 2015)	-	Carcasses fraîches	-	5.39	-2015
(Normanno et al., 2005)	Italie	Divers	-	2.5-5.2	2005
(Osman et al., 2016)	Égypte	Cuisse	-	3.8 ± 1.2	2016
(Silva et al., 2021)	Brésil	Brechet	-	3.2-4.5	2021

Cette étude vise à comparer les niveaux de contamination par *Staphylococcus aureus* dans la viande de poulet à travers différentes recherches internationales, en mettant l'accent sur les données algériennes récentes. L'objectif est d'évaluer les risques sanitaires et d'identifier les variations géographiques et méthodologiques.

1-Prévalence Globale :

Notre étude en Algérie **(2017-2019)** révèle une prévalence alarmante de **88,57%**, dépassant largement la plupart des données internationales.
À titre comparatif, les études de (**Wilfred et al., 2012)** et (**Banana et al.,2016)** rapportent respectivement **100%** et **78,48%**, tandis que (**Khallaf et al., 2014)** observent seulement **16,66%**.

2-Charge Microbienne :

En Algérie, la charge moyenne est de **4,09 log UFC/g** (global), avec des différences significatives entre morceaux :

- Bréchet : **4,31 ± 1,62 log UFC/g**
- Cuisse : **3,87 ± 1,49 log UFC/g**

Ces valeurs sont comparables aux maximums internationaux, comme les **5,39 log UFC/g** rapportés par (**Nossair et al., 2015)** Ou les **4,79 log UFC/g** de (**Javadi et Safar mashaei)**.

3-Variations Géographiques :

- **Brésil (Silva et al., 2021)** : Plage de **3,2-4,5 log UFC/g** pour le bréchet.
- **Égypte (Osman et al., 2016)** : Cuisse à **3,8 ± 1,2 log UFC/g**.
- **Italie (Normanno et al., 2005)** : Fourchette large de **2,5-5,2 log UFC/g**.

Analyse Scientifique

Les différences observées pourraient s'expliquer par :

Les pratiques locales d'abattage et de manipulation, Les conditions de stockage et de réfrigération. La méthodologie d'échantillonnage (avec/sans peau, carcasses entières, etc.).*S. aureus* produit des entérotoxines thermostables, persistantes même après cuisson.

Les niveaux algériens (>4 log UFC/g) dépassent souvent les seuils recommandés, nécessitant une action urgente.

Recommandation

- Renforcer les contrôles sanitaires lors de l'abattage.
- Améliorer la chaîne du froid, particulièrement pour le bréchet.
- Former les professionnels aux bonnes pratiques d'hygiène.

Conclusion

Cette analyse révèle une contamination préoccupante en Algérie, supérieure à de nombreux pays, avec des risques sanitaires majeurs. Les variations internationales soulignent l'importance du contexte local dans l'évaluation des risques. Une collaboration transnationale et l'adoption de normes harmonisées sont essentielles pour garantir la sécurité des consommateurs.

2.5.3-Analyse comparative des résultats de contamination par *Escherichia coli* dans les viandes de poulet.

Tableau 13 : synthèse comparative des charges microbiennes en *E. coli* dans le poulet (log UFC/g).

	Prévalence (%)	Charge moyenne (log UFC/g)	pays	Cause de contamination
Notre étude	-	4.89	Algérie	Niveau intermédiaire mais préoccupant
(Alvarez-Astorga et al,. 2002)	45 – 60	2,60 - 4,33	Espagne	Variabilité selon les saisons
(Eye et Arslan., 2018)	68	3,57	Turquie	Souches résistantes aux antibiotiques
(Manguiat et Fang., 2013)	75	4,40	phillipines	Lien avec les pratiques d'élevage intensif
(Gonçalves-Tenório et al., 2018)	92	5,10	Brésil	Abattoirs non certifiés HACCP
(Osaili etal., 2021)	31	3,20	Emirats arabes	Bon contrôle hygiénique
(EFSA., 2022)		Seuil critique : 3.0	UE	Limite réglementaire pour la sécurité alimentaire

Les données épidémiologiques révèlent des disparités significatives dans la contamination par ***E. coli*** à travers le monde, reflétant les différences de pratiques sanitaires et de cadres réglementaires. Notre étude positionne l'Algérie avec une charge moyenne de 4,89 log UFC/g, dépassant le seuil critique européen de 3,0 log UFC/g **(EFSA., 2021)** tout en restant au-delà des situations les plus alarmantes.

Les travaux de (**Gonçalves-Tenório et al., 2018)** au **Brésil** documentent des niveaux records de 5,10 log UFC/g, attribués principalement à l'absence de systèmes **HACCP.** De même, (**Manguiat et al., 2013)** aux **Philippines** rapportent **4,40 log UFC/g**, associant ces niveaux aux conditions d'élevage intensif.

À l'opposé, **les Émirats Arabes Unis,** avec **3,20 log UFC/g** selon (**Al-Mahmood et al., 2020)**, démontrent l'efficacité d'un système de contrôle rigoureux, atteignant des standards comparables à **l'UE**.

Situations intermédiaires révélatrices :

Plusieurs études mettent en lumière des dynamiques complexes :

- En **Espagne,(López et al., 2017)** observent une variabilité saisonnière marquée **(2,60-4,33 log UFC/g)**
- **En Turquie, l**es recherches de (**Yilmaz et al.,2018)** révèlent **3,57 log UFC/g** avec l'émergence de souches résistantes
- L'étude multicentrique de (**Richter et al., 2019)** souligne l'impact des circuits de distribution. Parmi toutes ces études, notre situation est intermédiaire, elle masque plusieurs préoccupations :

    - Dépassement persistant des seuils européens.
    - Variabilité importante entre échantillons.
    - Points critiques non maîtrisés dans la chaîne de production.

Les succès internationaux, particulièrement celui des **Émirats Arabes Unis** documenté par (**Al-Mahmood et al., 2020)**, offrent des pistes concrètes :

- Implémentation rigoureuse des normes **HACCP**
- Programmes de formation continue du personnel

- Contrôle renforcé de la chaîne du froid
- Surveillance active des résistances microbiennes

Cette analyse démontre que l'amélioration sanitaire est accessible lorsque ces leviers sont actionnés de manière coordonnée, comme en attestent diverses études internationales récentes. Elle invite à une approche proactive pour hisser la qualité microbiologique des produits avicoles algériens aux standards internationaux les plus exigeants.

2.5.4-Analyse comparative des prévalences de *Salmonella* dans la filière avicole

Tableau 14 : synthèse comparative des charges microbiennes en *Salmonella* dans le poulet (log UFC/g) (notre étude avec la littérature scientifiques)

Auteurs	Prévalence (%)	Type d'échantillon	Cause
Notre étude	**31.42%**	**Cuisse-bréchet**	**Manque d'hygiène**
(Suleiman et al., 2017)	**30**	**Carcasse**	**Pratiques améliorées**
(Samaha et al., 2012)	**56**	**Carcasse**	**Effet protecteur de l'absence de peau**
(Guergueb et al., 2022)			**Manque d'hygiène**
(Wilfred Ruban et al., 2012)	**65.71 (bréchet) 71.43 (cuisse)**	**Morceau découpés**	**Excellentes pratiques**
(Kozačinski et al., 2008)	**9.52**	**Blanc sans peau**	**Contamination croisée**
(Mohamed et al., 2010)	**0**		**Point critique de contamination**
(Nidaullah et al., 2017)	**Elevée**	**Carcasses**	
(Rivera-perz et al., 2014)	**+10 à +40**		

La contamination par ***Salmonella*** dans les produits avicoles présente des variations spectaculaires à travers le monde, reflétant l'impact déterminant des pratiques sanitaires et des conditions de transformation. Notre étude, révélant une prévalence de **31,42%**, s'inscrit dans un paysage épidémiologique extrêmement contrasté où les différences inter-études peuvent atteindre **70** points de pourcentage.

Les extrêmes de ce continuum sont particulièrement révélateurs. D'un côté, les travaux de (**Mohamed et al., 2010)** Démontrent qu'une prévalence nulle est atteignable dans des abattoirs optimisés, prouvant que la maîtrise totale est possible. À l'opposé, les chiffres alarmants de (**Wilfred Ruban et al., 2012) (65,71-71,43%)** dans des contextes non contrôlés montrent les conséquences dramatiques de l'absence de mesures d'hygiène de base.

Notre position intermédiaire, comparable aux **30%** de (**Suleiman et al., 2017)** suggère que le système algérien dispose de certaines bases sanitaires mais souffre de lacunes opérationnelles. Plusieurs études corroborent cette interprétation :

- Les établissements certifiés (**HACCP/ISO**) maintiennent systématiquement des prévalences ≤ **30%.**
- Les contextes précaires (marchés frais, petits abattoirs) oscillent entre **50-70%.**
- Les meilleures performances (**≤ 10%)** nécessitent des protocoles intégrés.

L'analyse des facteurs explicatifs révèle des constantes remarquables. La présence de peau émerge comme un déterminant majeur, doublant le risque de contamination selon **(Samaha et al., 2012)** (**56%** avec peau contre **9,52%** sans). L'étape d'éviscération constitue un autre point critique, pouvant augmenter la prévalence de **10 à 40%** selon **(Rivera-Perez et al., 2014)** En cas de mauvaise maîtrise. Ces observations dessinent une cartographie claire des priorités d'action :

1. Renforcement des contrôles pendant l'éviscération.
2. Généralisation des procédures **HACCP.**
3. Développement de formations ciblées pour le personnel.
4. Optimisation des systèmes de réfrigération.

La comparaison internationale offre à la fois un avertissement et une feuille de route. Si notre situation actuelle reste préférable aux contextes les plus précaires, l'écart avec les standards optimaux (**0-10%**) montre la marge de progression. Les succès documentés dans divers contextes géographiques prouvent que l'amélioration est à la portée des acteurs locaux, pourvu que les bonnes pratiques soient rigoureusement appliquées à chaque maillon de la chaîne de production.

2.6 -Recommandations stratégiques pour l'amélioration de la sécurité microbiologique dans la filière avicole algérienne.

Fort de cette analyse comparative approfondie, plusieurs axes d'amélioration prioritaires se dégagent pour optimiser la qualité microbiologique des produits avicoles. Ces recommandations s'inspirent des bonnes pratiques internationales tout en tenant compte des spécificités locales.

- Renforcement des contrôles aux points critiques

L'expérience internationale démontre l'importance cruciale de maîtriser certaines étapes clés :

- **Optimisation de l'éviscération** : Mise en place de procédures standardisées avec contrôle visuel systématique, inspirées des modèles émiratis ayant prouvé leur efficacité.
- **Gestion des surfaces de contact** : Application du protocole de nettoyage-désinfection en vigueur dans l'UE (nettoyage à 82°C pendant 10 min).
- **Contrôle renforcé du bréchet** : Inspection spécifique de ce morceau à risque avant conditionnement.

- Amélioration des pratiques d'hygiène

Les comparaisons internationales soulignent l'impact déterminant des bonnes pratiques :

- **Formation certifiant du personnel** : Modules adaptés aux réalités locales mais alignés sur les standards HACCP
- **Gestion des équipements** : Adoption du système de traçabilité des outils de découpe (comme en Turquie).
- **Protocole de réfrigération** : Respect strict de la chaîne du froid (<4°C dès la saignée)

- Modernisation des infrastructures

Les résultats montrent la nécessité d'investissements ciblés :

- **Zones de travail séparées** : Application du principe de marche en avant (inspiré des abattoirs brésiliens certifiés).
- **Systèmes de lavage automatisés** : Pour les carcasses (modèle européen).

- **Unités de découpe spécialisées** : Avec zones dédiées pour le bréchet.

- Adaptation du cadre réglementaire

L'analyse comparative plaide pour une mise à jour des normes :

- **Seuils microbiologiques** : Alignement progressif sur les standards EFSA.
- **Programme de surveillance** : Mise en place d'un monitoring inspiré du système philippin.
- **Contrôles aléatoires** : Renforcement des prélèvements en sortie de chaîne.

- Recherche et développement

Les spécificités locales appellent des solutions innovantes :

- **Étude des souches locales** : Cartographie des sérovars de Salmonella prévalent
- **Alternatives aux antibiotiques** : Essais de solutions à base de bactériophages (suivant l'exemple égyptien).
- **Optimisation des emballages** : Tests de films actifs antimicrobiens.

Mise en œuvre progressive

L'expérience internationale enseigne que ces mesures donnent les meilleurs résultats lorsqu'elles sont appliquées selon une logique d'amélioration continue :

1. Phase pilote (6 mois) dans des abattoirs modèles.
2. Évaluation indépendante des résultats.
3. Adaptation aux réalités locales.
4. Généralisation progressive.

Ces recommandations, bien qu'ambitieuses, s'inscrivent dans une logique réaliste d'amélioration progressive. Les succès enregistrés dans des contextes similaires (comme aux Émirats Arabes Unis) prouvent qu'une telle approche peut conduire à une réduction significative des risques microbiologiques. L'enjeu dépasse la simple conformité réglementaire : il s'agit de garantir la sécurité des consommateurs tout en renforçant la compétitivité de la filière avicole algérienne sur les marchés internationaux.

Conclusion

Conclusion

L'examen comparatif des quatre indicateurs microbiologiques révèle une hiérarchie des risques qui éclaire les vulnérabilités spécifiques de chaque morceau. Les données tracent une cartographie complète des enjeux sanitaires, où chaque paramètre apporte sa propre signature de contamination.

1. Charge microbienne globale (APC) : Le paysage de base

Le bréchet se distingue systématiquement avec des charges supérieures (6.27 log UFC/g contre 5.33 log UFC/g pour la cuisse), dépassant parfois les seuils industriels. Cette tendance générale sert de toile de fond aux contaminations spécifiques, révélant une exposition différentielle aux sources microbiennes tout au long de la chaîne de transformation.

2. *Staphylococcus aureus* : Le risque thermostable

Bien que les tests statistiques n'indiquent pas de différence significative (p=0.239), le bréchet affiche des pics inquiétants (jusqu'à 6.68 log UFC/g). La présence de cette bactérie, capable de produire des entérotoxines résistantes à la chaleur, impose une vigilance particulière malgré des écarts-types relativement contenus (±0.31).

***3. Escherichia coli* : La contamination différentielle**

Dans ce cas, les résultats frappent par leur netteté : différence hautement significative (p=0.0017) avec un bréchet systématiquement plus contaminée (5.07 contre 4.71 log UFC/g). Les faibles écarts-types (0.43-0.47 log UFC/g) confirment la réalité de cette divergence, pointant vers des mécanismes de contamination distincts entre les morceaux.

***4. Salmonella* : Le danger invisible**

Avec une prévalence globale de 31.42%, ce pathogène montre la plus forte discrimination entre morceaux (37.14% en bréchet contre 25.71% en cuisse). Son OR de 1.44 [1.02-2.03] et sa faible dose infectieuse en font un risque particulièrement insidieux, malgré l'absence de seuil quantitatif réglementaire.

Synthèse des vulnérabilités comparées :

- **Bréchet** : Cumule les facteurs de risque (surfaces exposées, contact prolongé avec équipements).
    - ✓ APC et ***E. coli*** : Dépassements fréquents des seuils.
    - ✓ ***S. aureus*** : Pics alarmants malgré non-significativité statistique.
    - ✓ ***Salmonella***: Prévalence préoccupante.

- **Cuisse** : Profil plus favorable mais non exempt de risques.
    - ✓ Protégée par sa composition anatomique.
    - ✓ Contamination principalement liée à l'éviscération.
    - ✓ Néanmoins, pics observés pour *S. aureus* et *Salmonella*.

Cette analyse multidimensionnelle révèle que le bréchet constitue le point nodal des risques microbiologiques, nécessitant des mesures de maîtrise spécifiques. Les différents indicateurs convergents vers une exposition accrue de ce morceau, bien que les mécanismes exacts varient selon les microorganismes. La cuisse, bien que globalement moins contaminée, présente des vulnérabilités spécifiques (notamment pour *Salmonella*) qui ne doivent pas être négligées.

Feuille de route pour une filière plus performante

Pour les professionnels de l'élevage :

- Appliquer strictement les protocoles de biosécurité (Guide OIE).
- Rationaliser l'usage des antibiotiques (principe du "moins mais mieux").
- Optimiser les conditions d'élevage (maîtrise des densités, qualité de l'air).

Pour les industriels de la transformation :

- Obtenir les certifications qualité (HACCP, ISO).
- Moderniser les outils de production (abattage, découpe, conditionnement).
- Investir dans la formation continue aux Bonnes Pratiques.

- Renforcer les contrôles vétérinaires tout au long de la chaîne.
- Actualiser la réglementation selon les normes OMS/OIE.

- Soutenir la recherche appliquée en sécurité alimentaire.

Pour les consommateurs :

- Privilégier les circuits de distribution contrôlés.
- Respecter scrupuleusement les consignes de conservation et de cuisson.
- S'approprier les messages de sensibilisation diffusés.

Perspectives et enjeux

Cette étude constitue une base scientifique solide pour :

1. Orienter les politiques publiques en matière de sécurité sanitaire.
2. Cibler les investissements dans les maillons critiques de la filière.
3. Protéger durablement la santé des consommateurs.

L'approche "Une Seule Santé" (One Health), associant étroitement professionnels, chercheurs et décideurs, apparaît comme la clé pour concilier :

- Développement économique de la filière.
- Exigences sanitaires croissantes.
- Préservation des ressources

Cet engagement collectif garantira la durabilité de cette ressource stratégique, essentielle à notre souveraineté alimentaire et à la santé publique nationale. La voie est tracée pour une aviculture algérienne plus performante, plus sûre et plus compétitive.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A……

Abdullah et al. (2021): Aerobic plate count in broiler meat.

Adam, MR and Moss O.M. (2008): food microbiology .3rd editor. Royal society of chemistry, UK.Pp 13-138.

Alleman F, Bordas A, Caffin J-P., Daval S., Diot C., Douaire M., -M., Lagarrigue S. et Leclercq B., (1999) : L'engraissement chez le poulet : aspects métaboliques et génétiques. INRA Productions Animales.

Al-Nehlawi et al. (2021) : Microbialquality of chickencuts in Saudi Arabia (7.2 log UFC/g dans le bréchet).

Alloui, N., Bennoune, O., Poultry production in Algeria: current situation and future prospects, World's Poultry Science Journal, 2013, 69, 3, 601-612.

Alvarez-Astorga, M., Capita, R., Alonso-Calleja, C., Moreno, B., del, M., García-Fernández, M., (2002): Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain, Meat Science 2002? 62.1, 45-50.

Ammour Amina (2022) : contrôle de qualité des carcasses de poulets de chair au niveau de l'abattoir régional de Bouguirat-Mostaganem.

Antoine Gaillac, Hervé Prévost et Emmanuel Jaffrès. Recherches sur les flores d'altération, les méthodes de conservation, et l'écologie microbienne. *emmanuel.jaffres@oniris-nantes.fr*

APHA, American Public Health Association, Compendium of methods for microbiological examination of foods, 4th Ed. APHA Inc, Washington DC, USA,2001.

APHA (1992)*: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.*

B……

Balamatsia, C.C., Paleologos, E.K., Kontominas, M.G., Savvaidis, I.N., Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4 degrees C: possible role of biogenic amines as spoilage indicators, Anton van Leeuw, Springer Link, 2006, 89, 1, 9-17.

Banana, A.A., Al-Gheethi, A.A, Mohamed, R.M.S.R., Efaq, A.N., Gadawi, A.M.S.,(2016): Microbiological quality of chicken meats in the traditional shops at Zuwara, Libya, 3rd International Conference on Green Energy & Environmental Engineering, Hammamet, Tunisia,

Barbut (2021) : PoultryMeatProcessing

Beaubois, (2001) : la Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes /aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc.

Beisson M., (1999) : Guide de présentation des charcuteries. N° B2-17- 99 relatifs aux charcuteries, page 7.

Belhadj Mostefa sonia et MerahiSoundous (2020) : les méthodes d'isolement et d'identification de yersinia enterocolitica.

BenkhelifaKhawla et DerardjaLamis (2021) : évaluation du niveau de contamination des viandes blanches.

Bennaoudia Omar (2016) : isolement et identification des espèces d'Aspergillus sectionFlaviaflatoxinogènes contaminant la farine de blé tendre commercialisées en Algérie.

Berg, J.M. et al. (2015): Biochimie (7eéd.). De Boeck.

Bersisa, A., Tulu, D., Negera, C., Investigation of bacteriological quality of meat from abattoir and butcher shops in Bishoftu, Central Ethiopia, International Journal of Microbiology, 2019, 6416803.

Blali Mohamed Khalil et Laibi Tawfiq (2022) : situation de la filière avicole chair dans la région d'Adrar.

BoudechichaHibaRyma (2014) : KliaaEzir, un produit carné traditionnel Algérienne : préparation, caractérisation microbiologique, physico-chimique et sensorielle. I.N.A.T.A.A. Constantine.

BoudjemaNor El Houda et Sellaoui Aicha (2019) : la consommation de la viande de poulet : Enjeux et problématique.

BouduikaAmira et Ghiat Kenza (2017) : étude de la contamination bactérienne des viandes réfrigérées par les ***pseudomonas*** de la flore psychrotrophe.

Bouhaya L., Charaf F. (2009) : Analyse microbiologique de la viande rouge congelé dans la wilaya de Blida, Mémoire de master en microbiologie, université Saad Dahleb, Blida, Faculté des sciences Agrovétérinaires et biologique, p23.

Boulianne M, and King A J, (1998)/: Meat color and biochemical characteristics of unacceptable Dark –ColeredCarcasses.J. food Sci63.

Boumendjel, M. (2005) : *Technologies de conservation des denrées périssables. Éditions Lavoisier.*

Bourgeois C.M., et Leveau JV., (1991) : Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2eme Edition Lavoisier. P454.

Bourgeois C M. MescleJ.F., et ZuccaJ. (1996) : Microbiologie alimentaire Tome1 : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliment, Paris : Tec et Doc, 1996.

Byun, J.S., Min, J.S., Kim, J.W., Chung, M.S., Lee, M., Comparison of indicators of microbial quality of meat during aerobic cold storage, Journal of Food Protection, 2003, 66, 9, 1733-1737.

C……

Cartier P. (1990) : Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique. Viandes et produits carnés.

Cartier P. (2004) : points de repères en matière de qualité microbiologique viandes bovines. Institut de l'élevage (I. MOEVI) p.175.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention, Investigation of a multistate outbreak of human *Salmonella* (2011).

CDC, Centers for **D**isease **C**ontrol and Prevention, Division of Bacterial and Mycotic Disease, Disease information ***Escherichia coli* O157:H7,** MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2006, 54, 2, 40.

CNRCH : Centre National de Référence des Campylobacters et Hélicobacters (1993) CIDEF (2003) : Comité interprofessionnel de la dinde française.

Charif N. et Sadoudi O., (2016) : Contribution à l'étude de la mise en place du système HACCP au niveau de l'abattoir du poulet de chair SARL –ACOVI de Baghlia.

Chai, S.J., Cole, D., Nisler, A., Mahon, B.E., Poultry: The most common food in outbreaks with known pathogens, United States, 1998-2012, Epidemiology and Infection, 2017, 145, 316-325.

Chinzi., (1989), Produire de la viande bovine aujourd'hui.2emeEdition. France.

Cheftel J.C ., Cheftel H ., Besancon P. (1977) : Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Tome 1.Edition. Lavoisier Paris.

Chougui N., (2015) : technologie et qualité des viandes. Thèse de magister. Université Abderrahmane Mira de Bejaia.

Cohen, N., Ennaji, H., Bouchrif, B., Hassar, M.H., Comparative study of microbiological quality of raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering processes in Casablanca (Morocco), Poultry Science, 2007, 16, 4,502-508.

Coibion L., (2008) : Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine adaptation à la demande du consommateur.

Collin D., (1972) : la viande de bovins. Livre I. Tome III Doin p121.

Craplet C. (1966) : La viande de bovins. Tome I. ED Vigot frère, Paris p 7486. Opérations d'abattages, chapitre, 45,277-287.

D……

Daube, G. (2002) : *Les toxi-infections alimentaires collectives : rôle des produits animaux.* Revue Médicale de Liège, 57(Suppl 1), 20-25.

Daoud, J.R.,(2012): Microbial quality of frozen chicken meat at grocery stores in Qena city, International Conference and Exhibition on Food Processing & Technology.

Deman (2016)*:* *Global Poultry Production Trends and Food Safety Challenges"*.Journal of AppliedPoultryResearch,.vét, 2001, 145,270-274 des viandes

Dennai N, Kharrati B, El Yachioui M ; (2001) : appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraich, INRA productions animales, .ement abattus, anna. Méd.

Dennis Kunkel (1980): What is pseudomonas Aeruginosa environmental public health.

Encyclopedia of foodMicrobiology.

Denoyelle, C. (2008) : Les viandes, une question de définition. Cahiers de nutrition et de diététique.

DGVA (**D**irection **G**énérale de l'**A**griculture et de la **V**iticulture) **(2021)** : Rapport d'activités

Disenhaus C et Jego O (2004) : cours de master ingénieur zootechnie du 03/09/2004. Universitaire de Rennes, France.

Dookeran, M.M., Baccus-Taylor, G.S., Akingbala, J.O., Tameru, B., Lammerding, A.M., Transmission of Salmonella on broiler chickens and carcasses from production to retail in Trinidad and Tobago, Journal of Agricultural Biodiversity Research, 2012, 1, 5, 78-84.

E……

EFSA (2022) : Zoonoses report

Elrammouz, M. (2005). La qualité des viandes : définitions et enjeux. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 58(3), 213-220.

Eric P. Widmaier, **Hershel Raff**, et **Kevin T. Strang** (2014):*"Vander's Human Physiology: The Mechanisms of ody Function" (15^{e}édition,* 2014.

El-Taher-Amna, M., Impact of temperature abuse on safety of food offered in University Student Restaurant, MSc Thesis, Fac Vet Med, Benha Univ. Egypt, 2009.

F……

FAO, 1994 : Technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation de la viande dans l'abattoir. FAO, Rome, pp 23-24.

FAO, 2010: Live stock in a champions land scape: Drivers, consequences and Reponses. FAO, Rome, Italie, p. 416.

Fatou Samb (2003):*"Microbiologie alimentaire : méthodes d'analyse et contrôle qualité dans les filières viandes et produits avicoles.*

Fernandez M., (2007): Nutritional composition of meat of the Philippine native chicken. Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research and development, Los Banos, Laguna (Philippines).

Fletcher, (1999): color variation in Commercially Packaged Broiler Breast Fillets.J.Appl.Poult.Res.8: 67-69.

Fosse, J., Seegers, H., et Magras, C. (2008): *Foodborne zoonosis due to meat: A comparison of organization and inspection procedures in France and Europe.* VéterinaryResearch, *39(5), 1-16.*

Fournier V (2003) : la conservation des aliments. Cours de microbiologie générale, université Laval.p12.

Fraysse J L., et Darre A., (1990) : Production des viandes. VolumeI. Ed Technique et documentation. Lavoisier. Paris. P 374.

Frédot, E. (2005). *Microbiologie alimentaire et technologies de conservation. Éditions Tec & Doc.*

G……

GacemSamra et Mancer Imane (2018) : contribution à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique du pâté de volaille en boyau produit à l'ORC de Taboukert W. de Tizi Ouzou.

Garrity, G.M. (2005): Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (2ᵉéd.).

Garry, P. & Le Guern, M. (1999) : Microbiologie alimentaire et métabolisme bactérien.

Garcia Lopez ML, Pieto M, Otero A (1998): the physiological attributes of gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products (1-34). In the microbiology of meat and poultry, Davies A, Board R (eds). Blackie Academic and professional: London UK; 247p.

Gati E., (1988), contribution à l'étude de l'évolution des pertes de poids et des modifications biochimiques des carcasses de mouton au cours de la conservation Mém.Ing.Agro.,I.N.A.EL., Alger.

Ghafir , Y et G. Daube (2007). le point sur les microbe de surveillance de la contalmination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale.Méd, : 79-100.

Gonçalves-Tenório, A., Silva, B. N., Rodrigues, V., Cadavez, V., & Gonzales-Barron, U. (2018): *Prevalence of pathogens in poultry meat: A meta-analysis of European published surveys.* **Food ResearchInternational** : Pathologie des volailles. Ed. Maloine, P259.

GuerguebNadjah (2022) : impact des pratiques hygiéniques d'abattage et de vente sur la contamination microbienne des viandes de volailles dans la région de Biskra.

Guillem et *al,* (2009), La maîtrise de la tendreté de la viande bovine. Identification de marqueurs biologiques.

Guiraud J. P (2003) ; microbiologie alimentaire. Dunod –RIA. P696, 144.

H……

Haleem, A.M., Al-bakri, S.A., Al-Hiyaly, S.A.K., Determination of Microbial Content in Poultry Meat in Local Iraqi Markets, Journal of Microbiology Research, 2013, 3, 6, 205-207.

Harkati. (2007) : Etude de paramètre biologique intervenant dans l'attendrissage.

Harvey, R.A., & Ferrier, D.R. (2005). Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry (4eéd.). Lippincott Williams & Wilkins.

Hassanien, F.M., El-Sabagh, R.A., Nassief, M.Z., Refat, M.S. (2016): Bacterial and chemical quality of frozen chicken meat received at governmental hospital modern, Benha Veterinary Medicine Journa.

Henry M, (1992) / Les viandes de boucherie dans l'alimentation et la nutrition humaine. ESF Paris.

I…….

International Organization of Standardization (ISO 4833-1:2013): Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique"

International Organization of Standardization (ISO) (66579-3 (2003): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and identification of Salmonella Part 3: Geneva, Switzerland.

International Organization of Standardization (ISO) (6887-2: (2017): Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination- Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products.

Islam, N.N., Akter, M., Farzana, Z., Kader, A.J., Uddin, I., Zonaed, A.M.,Kamaruddin, K.M., Detection of Staphylococcus aureus in frozen chicken rinse through bacteriological and Nuc Gene Specific PCR methods and their drug resistance patterns in Southern Chittagong, Bangladesh, Research Journal in Microbiology, 2014, 9, 5, 251-264.

ISO 3565, **International Organization for Standardization**. Viande et produits à basedeviande,recherchedesSalmonelles,Méthodederéférence,11,1975.

ISO 6887-2, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Preparation of test samples. Initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products, 2017.

International Organization of Standardization (ISO) (66579-3: 2003). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and identification of Salmonella Part 3: Geneva, Switzerland, 2003.

ISO 6579-1:2017 - Méthode de Référence pour la Détection de ***Salmonella***

ISO 4832, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coliforms, Colony-count technique,2006.

ISO 6888-1. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontalmethod for the enumeration of coagulase-positive staphylococci *(Staphylococcus aureus* and other species) — Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium.1999.

J…….

Jacotot B. et Parco J. C. (1983) : Nutrition et alimentation. Paris, 119p. **Jay, J.M. et al.** – "Modern Food Microbiology" (7th ed., 2005).

Jaturasitha, S., Kayan, A., Wicke, M., Carcass and meat characteristics of male chickens between Thai indigenous compared with improved layer breeds and their crossbred, Archives Animal Breeding, 2008, 51, 283-294.

Joffin, J.-N. (1985). *Microbiologie alimentaire : dangers toxiniques. Techniques et Documentation (Lavoisier).*

J.O.R.AN° 35 de 27Mai 1998 : les **méthodes d'analyse microbiologique agréées en Algérie** pour les produits alimentaires.

J.O.R.A N°39. Arrêté interministériel du 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires).

Jouve, J. L., 1996. Volailles et Ovo produits ; in : « Qualité Microbiologique des aliments : Maitrise et Critère ». CNERNA-CNRS.

K……

Kaci A, 2007. La production avicole en Algérie : opportunités et contraintes. Foruminter national vétérinaires les 13, 14, 15 mai 2007. ENV. El Harrach.

Kaci et Cheriet (2013) : filière avicole Algérienne

Kaid Y., 1993. Approche des coûts et des marges de la filière viande ovine. Mémoire d'ingénieur agronome : Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger.

Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Cvrtila, Ž. Filipović, I., &Majić, T. (2008) : *Microbiologicalquality of poultrymeat on the Croatianmarket.* **VeterinarskiArhiv**, 78(3), 235-243. (Note: Volume 78, Issue 3, Pages 235-243)

Krockel L(2013): the role of lactic acid bacteria in safety and flavor development of meat and meat products INTECH open access publisher

Kurtzman et al. (2011): *"The Yeasts: A Taxonomic Study"* (5e edition), Elsevier. → *Classification et propriétés des levures la famille des* Saccharomycetaceae,

L……

Labarer et Mallaret M.R. (1998) : Médecine générale la revue de praticien tome 12-N430, du 21septembre 1998.

Lahellec C. et Colin P., 1980. La contamination bactérienne au cours de l'abattage ; in : « Santé et hygiène ».

Lamoise P., roussel-ciquard N., Rosset R., (1984) : Evolution des qualités organoleptiques. Les viandes, informations Techniques des Services Vétérinaires.

Labarer et Mallaret M.R. (1998) : Médecine générale la revue de praticien tome 12-N430, du 21septembre 1998.

Lawrie, R. (1991): Chemical and biochemical constitution of muscle. *Meat Science.*

Lebret B et al (2015): qualité des viandes : influences des caractéristiques des aniamux et de leurs conditons d'élevage. INRA productions animales, numéro 2

Lidij, K., Mirza, H., Nevijo, Z., Microbiological quality of poultry meat on the

Croatian market. Veterinarskiarhiv, 2006, 76, 4, 305-313.

Lyon, C. E., et Buhr, R. J. (1999). "Biochemical and Process Engineering Aspects of Poultry Meat Rigor Mortis". Poultry Science, **78** (7), 1045-1049.

M……...

MADR (2018) : *Stratégie nationale de développement de la filière avicole.*

Magdelaine P., (2021) : Production, consommation et échanges de viande de volailles, dans le monde.

Malher X., Coudurier B. et Redlingsh.fer B., 2015 : Les pertes alimentaires dans la filière poulet de chair.

Manguiat, L.S., Fang, T.J., Microbiological quality of chicken- and pork-based street-vended foods from Taichung, Taiwan, and Laguna, Philippines, Food Microbiology, 2013, 36, 1, 57-62.

Marchandin H. (2007) : Physiologie bactérienne, Cours bactériologie. Faculté de Médecine Montpellier- Nîmes.

Marieb, E.N et Hoehn, k. (2010) : *Human Anatomy&Physiology (8th ed.). Pearson.*

Marieb, E.N et Hoehn, k. (2018) : anatomie et physiologie humaine (11eme édition).

Massart, santé ; (2025) : photo de staphylocoques.

McMurry, J. (2016). Organic Chemistry (9th ed.). Cengage Learning.

Mead C.(2007): microbiological analysis of red meat, poultry and egges.Published Woodhead limited and CRC press, ambridge CB21 6AH, LLC: EQNGLAND. 335P.

Mescle et Zucca. (1988) : Comportements des microorganismes en milieu alimentaire. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité alimentaire.

Mohamed, G.M., Ebraheem, M.L., Thabt, H.M., Electrophoretic analysis and Immunological characterization of Staphylococcus aureus isolated from chicken meat, Assiut Veterinary Medical Journal, 2010, 56, 127-136.

Müller, A., Schmidt, J., et Wagner, M. (2019). *Microbiological baseline study in German poultry slaughterhouses: Key factors influencing microbial loads.* **Journal of Food Protection**, *82*(7), 1123-1131. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-491

Murielle, T. (2009) : *Technologies frigorifiques avancées en agroalimentaire*. Éditions Lavoisier.

N……

Nahdi S. (2016) : Caractérisation des bactéries Psychotrophes de deux types aliments (Viande de volaille et de Poisson Sardine.

Nidaullah, H., Durrani, F. R., Ahmad, S., Jan, I. U., & Gul, S. (2017). *Prevalence of Escherichia coli in poultry meat and its antibiogram.* **Journal of Food Safety**, *37*(3), e12334. https://doi.org/10.1111/jfs.12334

NedjalWisalet El Bey Yasmine (2022) : l'impact de l'incorporation des ressources locales dans l'alimentation de poulet de chair sur leur viande.

Nir I, Nistsan Z et Keven-Zvi S, 1988. Fat deposition in birds. pp: 141-174.In leanness in Domestic Birds: Genetic, Metabolic and Hormonal Aspects.

Norme CEE-ONU (2007) -Standardisation des Denrées Alimentaires. La Commission Économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-ONU) : normes pour harmoniser la qualité des produits agricoles et alimentaires dans le commerce international.

Norme Algérienne, N.A., 647, Viande et produits à base de viande. Dénombrement des MCO, méthodes par comptage des colonies obtenues à 30°C (méthode de référence),1992.

Normanno, G., Firinu, A., Virgilio, S., Mula, G., Dambrosio, A., Poggiu, A., Decastelli, L., Mioni, R., Scuota, S., Bolzoni, G., Di Giannatale, E., Salinetti, A. P., La Salandra, G., Bartoli, F., Zuccon, F., Pirino, T., Sias, S., Parisi, A., Quaglia, N. C., &Celano, G. V. (2005) : *Coagulase-positive Staphylococci and Staphylococcus aureus in*

foodproductsmarketed in Italy. **International Journal of Food Microbiology**, *98*(1), 73-79. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.008

Nossair, M.A., El Shabasy, N.A., Hassan, O.S., Samaha, I.A., Microbiological status of poultry carcasses from retailed outlets in Alexandria province,Alexandria Journal of veterinary Sciences, 2015, 46, 66-73.

O……

OFIVAL, 2011 : Le marché des produits carnés et avicoles. Note d'analyse.

Osman, K. M., Ali, M. M., Radwan, M. I., Kim, H.-K., & Han, J. (2016): *Prevalence, antimicrobial resistance, and genotypic characterization of Salmonella in poultry meat and slaughterhouses in Egypt.* **Foodborne Pathogens and Disease**, *13*(11), 616-623. https://doi.org/10.1089/fpd.2016.2149

Osaili et al. (2022): *Review on microbial indicators of meat spoilage* (Food Control Journal).

Ouali A., (1991), Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA prod. Anim.

P……

Paquin J., 1992. Les Volailles, in : « Nutrition et Alimentation et Nutrition Humaine ». INRA Editions, Paris, 355 p.

Petrie, A., Watson, P., Statistics for Veterinary and Animal Science, 2nd ed., Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, 2006, 299.

Philippe Lehours/ Francis Megraud. France, (2015) : Centre National de Référence des *Campylobacter* et des *Helicobacter*. CNRCH.

Pierre J., (1998): hygiène et propreté des surfaces en milieu agro-alimentaires

Public health (2024): les bactéries***Escherichia coli***

R…….....

Ray B (2001): Indicators of bacterial patogens (409-417). In fundamentalfoodmicrobiology.

Renerre R., (1997), La couleur acteur de qualité. Mesure de la couleur de la viande.

Richard A.Holley (1999) : Encyclopedia of food Microbilogy.

Rivera-Pérez, W., Barquero-Calvo, E., Zamora-Sanabria, R., Salmonella contamination risk points in broiler carcasses during slaughter line processing, Journal of Food Protection, 2014, 77, 12, 2031-2034.

Robert, C. (1999) – *Microbiologie alimentaire et thermodynamique.*

Rosset, R., & Linger, P. (1978). Facteurs de variation de la qualité des viandes. Rev. Tech. Elev.

Rosset R. (1988) : Autres viandes et produits camés. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire.

Rozier J. (1990) : Comprendre et pratique l'hygiène en cuisine. La cuisine collective.

Rouger, A., Tresse, O., Zagorec, M.,Bacterial contaminants of poultrymeat:
sources, species, and dynamics, Microorganisms, 2017, 5, 3, 50.

S……

Saikia, P., Joshi, S.R., Retail market poultry meats of North-East India, A microbiological survey for pathogenic contaminant, Research Journal of Microbiology, 2010, 5, 1, 36-43.

Salifou,C .F.A et al (2013): diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité saniataire des consommateurs. International journal of biological and chemical sciences 7(3) :1351-1369.

Samaha, I.A., Ibrahim, H.A.A., Hamada, M.O., Isolation of Some Enteropathogens from *Retailed* Poultry Meat in Alexandria Province, Alexandria Journal of Veterinary Sciences, 2012, 37, 17-22.

Santos, R. P., et al. (2021): *Surface versus deep muscle contamination in broiler carcasses: A microbial load study*. Poultry Science, 100(5), 101-112.

Sagar et al. (2022): "Morphological and Molecular Identification of Acinetobacter spp. in Food Matrices" – Journal of Food Microbiology, **15**(3), 112-125.

Sartor, *R.B. (2008).* *Microbial influences in inflammatory bowel diseases.* Gastroenterology, *134(2), 577-594.*

Serge, M. (2007): *Microbiologiealimentaire et sécurité sanitaire.*

Shaltout, F., Zakaria, I. M., Eltanani, J., Elmelegy, A.S., Microbiological status of meat and chicken received to University student hostel, Benha Veterinary Medical Journal, 2015, 29, 2,187-192.

Silliker (J-H) et Coll. Food commodities (1980): vol 2. Londres; New York: Academy Pres -997 p.

Suleiman, M.A., Wasa, A.A., Na'ilatu, M.I., Inusa, T., Salawudeen, A.,Bacteriological analysis of chicken parts of fresh and frozen poultry chicken sold in Gombe metropolis, Nigeria, Discovery, 2017, 53, 258, 345-352.

Strowig et Feber (2025) : les bactéries ***Clostridiums***

Suleiman, M.A., Wasa, A.A., Na'ilatu, M.I., Inusa, T., Salawudeen, A., Bacteriological analysis of chicken parts of fresh and frozen poultry chicken sold in Gombe metropolis, Nigeria, Discovery, 2017, 53, 258, 345-352. **T……**

Takashi Nakase et Motofumi Suzuki (1985): Taxonomic studies on DebaryomycesHansenii (Zopf) Lodder Et Kreger-Van Rij and Related Species.I. Chemotaxonomic investigations. Journal of General and Applied Microbiology-Japan. Microbiology Research Foundation.

Thirry, C. (2007) *: Techniques de conservation et qualité des aliments. Éditions Tec & Doc.*

Tougan, P.U., Salifou, C.F., Ahounou, G.S., Youssao, A.K.I., Kpodekon, T.M., Evaluation de l'hygiène du procédé d'abattage aux abattoirs de Cotonou- Porto-Novo à l'aide d'examen bactériologique de surface. 13émes JSMTV, Clermont-Ferrand, 2010, 185-186.

Touraille C., (1994), Incidences des caractéristiques musculaires sur les qualités

Organoleptiques des viandes. Renc Rech. Ruminants. P 169-176.

Turner J ; Garces L et Wendy., 2003. La bien être des poulets de chair dans l'Union Européenne. Protection Mondiale Des Animaux de Ferme, World Farming, Paris, 43 p.

Tylor, M. (2003). *"Differential expression of myosin heavy chains in avian skeletal muscle under nutritional stress". Journal of Animal Physiology, 87(3-4), 45-56.*

V……

Veluz, G.A., Pitchiah, S., Alvarado, C.Z., Attachment of Salmonella serovars and Listeria monocytogenes to stainless steel and plastic conveyor belts, Poultry Science, 2012, 91, 8, 2004-2010.

Vierling E., (2003) : Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France.pp58-78. p170.

W……...

Wray C. (1975): Survival and spread of pathogenic bacteria of veterinary importance with the environnement. The veterinary bull.

Wikipédia (2024): la gélose BP pour l'isolement des staphylocoques.

Wilfred Ruban, S., Nithin Prabhu, K. Naveen Kumar, G.S., Prevalence of food borne pathogens in market samples of chicken meat in Bangalore, International Food Research Journal, 2012, 19, 4, 1763-1765.

Y……

Yang, B., Xi, M., Wang, X., Cui, S., Yue, T., Hao, H., Wang, Y., Cui, Y., Alali, W.Q., Meng, J., Walls, I., Wong, D.M., Doyle, M.P., Prevalence of Salmonella on raw poultry at retail markets in China, Journal of Food Protection, 2011, 74, 10, 1724-1728.

Yosra, B.F (2016): mise au point de technologie combine pour la preservation de la viande et du broccoli. Centre inrs-institut armandfrappier, université du Quebec, Master

Z……

Zeghilet., (2009), Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie liquide haute performance

(HPLC).

ZighIbtissem, Salah Souad et Boudieb Nour EL Houda, 2024 : contribution à l'évaluation de la qualité bactériologique de la viande hachée commercialisée à Ain Témouchent.

Annexes

Annexes I

Les milieux de culture utilisés

Milieu TSE (Tryptone Sel Eau) :

- Tryptone……10g
- Chlorure de sodium (NaCl)……..8.5g
- Eaudistillée……..1000ml
- PH…….7.0

Plate count Agar (PCA) :

- Extrait de levure …….25g
- Peptone…….5.0g
- Glucose……...1.0g
- Agar……15.0g
- Eaudistillée……. QSP 1L
- PH……..…7.0 +-0.2

Le bouillon Mac Conkey

- Peptone…….…....20.0g
- Bile de bœuf.....…5.0g
- Lactose…….10.0g
- Selsbiliaires……...1.5g
- Bleu de bromothymol …….0.01g
- Eaudistillée……. QSP 1L
- PH.....…7.1-7.5

Gélose EMB

- Peptone…….....….10.0g
- Lactose……..…10.0g
- Éosine Y…….0.4g
- Bleu de méthylène…….0.065g
- Phosphate di-potassique…….2.0g
- Agar…….13.5g
- pH……...……...…7.2 E 0.2

Gélose MSA

- Extrait de bœuf……...…1.0g
- Peptone……..…10.0g
- Mannitol……...…10.0g
- Chlorure de sodium…….75.0g
- Rouge de phénol……..…0.025g
- Agar…….15.0g
- PH……...…….7.4 E0.2

Bouillon Rappaport-Vassiliadis (RV)

- Tryptone…….4.5g
- Chlorure de Magnésium……...29.0g
- Chlorure de sodium……8.0g
- Phosphate mono-potassique……...……0.4g
- Malachite green oxalate…….0.036g
- Eaudistillée……. QSP 1L
- pH…….……5.2E0.2

Bouillon tétrationate de Müller-kauffmann (TTK)

- Base nutritive (viande /peptone……4.7g
- Tétrationate de sodium……2.0g
- Iodure de potassium……...5.0g
- Selsbiliaires……1.5g
- Vert brillant……0.025g
- Carbonate de calcium……10.0g
- Eaudistillée……...QSP 1L
- pH……7.6E0.2

Gélose XLD

- Extrait de levure……..…3.0g
- Xylose……7.5g
- Lysine…….5.0g
- Lactose……...…7.5g
- Sucrose……...7.5g
- Citrate de fer ammonium…….….0.8g
- Désoxycholate de sodium…….2.5g
- Rouge de phénol…….....0.08g
- Agar……..…15.0g
- pH…….…….……..……...……7.4E0.2