

République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de Technologie
Département de Biologie



Projet de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme de Master en: Microbiologie
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Microbiologie appliquée
Thème

**Évaluation de la qualité bactériologique et organoleptique des
Saucisses type « Merguez » commercialisées au niveau de la ville
d'Ain Témouchent.**

Soutenu le : 29/06/2026

Présenté Par :

- 1) Melle DALILE DJAOUAHIR .
- 2) Melle ATTAR FATIMA ZOHRA.

Devant le jury composé de :

Dr. CHERIF NADJIB	M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)	Président
Dr. BENLEHADJ DJELLOUL S	M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)	Examinatrice
Dr. AHMED AMMAR YAMINA	M C A UAT.B.B (Ain Témouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2025/2026

Remerciements

Au terme de ce travail, il nous est agréable d'exprimer nos remerciements à tous ce qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire. Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la patience et la volonté pour achever ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude :

*Notre Encadreur:: **Dr. AHMED AMMAR YAMINA** d'avoir accepté d'encadrer ce travail et pour son aide précieuse, son objectivité, sa disponibilité, et ses précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel du **Laboratoire d'Hygiène de la wilaya d'Aïn Témouchent** pour nous avoir ouvert ses portes et permis de réaliser la partie pratique de ce travail. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au directeur du laboratoire ainsi qu'à tous les biologistes et techniciens pour leur accueil chaleureux, leur précieuse assistance technique et leur disponibilité.*

Nos sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury :

***Dr CHERIF NADJIB** d'avoir accepté de présider ce jury, **Dr BENLEHADJ DJELLOUL SAADIA** pour avoir bien voulu examiner ce travail.*

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui ont participé à l'accomplissement du cursus pédagogique de département de biologie.

Nous tenons à remercier chaleureusement, tous nos proches et ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce travail

Dédicace 01

On dédie cette mémoire à plusieurs personnes qui nous ont tant aimé, aidé et supporté pour arriver à terme de ce modeste travail, à commencer par :

À ma mère

Pour son amour inconditionnel, ses prières et son soutien sans faille qui ont été mon moteur tout au long de mes études.

À mon père

Pour ses sacrifices, sa patience et la confiance qu'il a toujours placée en moi.

À mon frère et ma sœur

Pour leur présence et leur encouragement constant. Puisse ce travail être le témoignage de ma profonde gratitude.

A mon cher binôme ATTAR FATIMA ZOHRA

Pour son entente et sa sympathie

À ma chère et tendre meilleure amie et ma cousine Imene Belouazani

Pour ton soutien inconditionnel, tes encouragements constants et ta présence précieuse à chaque étape de ce parcours universitaire. Merci d'avoir partagé mes moments de doute et de joie.

Et à tous ceux qui ont cru en moi, de près ou de loin.

A toute ma famille.

DJAOUAHIR

Dédicace 02

C'est avec profonde gratitude et mots sincères que je dédie ce modeste travail de fin d'études :

À mes chers parents

Pour leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices qui ont créé le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le Dieu de les bénir et de veiller sur eux.

À mes sœurs Ahlem et Meriem

Pour leur présence et leur soutien constant.

À ma chère binôme DALILE DJAOUAHIR

Pour son entente et sa sympathie.

À tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur

Ils trouveront ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter

Fatima Zohra

Table des matières

Remerciements

Dédicace 01

Dédicace 02

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

المخلص

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

1.Généralités sur les saucisses.....4

1.1 Définition4

1.2 Classification.....4

1.2.1 classification selon le traitement thermique.....5

1.2.2 classification selon le teneur de l'eau5

1.2.3 classification selon la composition7

2.la Merguez (saucisse fraîche).....8

2.1 définition8

2.2 Composition.....10

2.2.1 types des viandes.....10

2.2.2 Rôle de l'eau11

2.2.3 Rôle du sel11

2.2.4 Rôle des épices11

2.2.5 Enrichissement nutritionnel11

2.2.6 Additifs alimentaires12

2.3 fabrication de la Merguez.....12

2.3.1 Prétraitement des matières premières.....12

2.3.2 Hachage.....13

2.3.3 préparation du mélange.....14

2.3.4 Embossage.....	13
2.3.5 Egouttage.....	13
2.3.6 Stockage.....	13
2.4 conditions de conservations et distribution.....	15
2.5 Normes microbiologiques applicables.....	15
2.6 Qualité de la Merguez.....	16
2.6.1 Qualité organoleptique (aspect, odeur, goût, texture).....	15
2.6.1.1 La couleur.....	15
2.6.1.2 La tendreté.....	15
2.6.1.3 La saveur.....	16
2.6.1.4 La jutosité.....	16
2.6.2 Qualité microbiologique	15
2.6.2.1 la flore indicatrice.....	15
A. Flore totale aérobie mésophile.....	18
B. Enterobactéries.....	19
C. coliformes.....	19
D. <i>Escherichia coli</i>	20
2.6.2.2 Pseudomonas spp (la flore d'altération)	15
2.6.2.3 la flore pathogène	21
2.6.2.3.1 <i>salmonella</i>	21
2.6.2.3.2 <i>staphylococcus</i>	22
2.6.2.3.3 <i>listeria</i>	22
2.6.2.4 Altérations des merguez	22
2.6.2.4.1 Altérations microbiologiques	22
2.6.2.4.2 Altérations chimiques.....	22
2.6.2.4.3 Altérations physiques	22
2.6.2.4.4 Altérations enzymatiques	23
2.6.2.4.5 Altérations liées aux pigments et au sel	23
2.7 Facteurs influençant la qualité des merguez	23
2.7.1 Facteurs Intrinsèques.....	23
2.7.1.1 Le PH	24
2.7.1.2 l'activité de l'aw.....	25
2.7.1.3 Le Potentiel d'Oxydoréduction.....	25
2.7.2 Facteurs extrinsèques.....	25
2.7.2.1 La température	25

2.7.2.2 l'humidité relative.....	25
2.8 Origines de la contamination des Merguez	23
2.8.1 contamination de la viande crue	25
2.8.2 contamination par le matériel	26
2.8.3 contamination humaine	26
2.8.4 contamination croisée	27
2.8.5 Epices et additifs contaminés.....	27
2.8.6 Boyaux contaminés.....	28
2.8.7 Mauvaise conservation	28
2.8.8 contamination pendant la vente	28
2.9 Les maladies dues à la contamination des Merguez	29

Matériel et Méthodes

1. zone et période de l'étude	31
2. Plan d'échantillonnage	32
3. Transport et conservation des échantillons	33
4. Analyses organoleptiques	33
4.1 Aspect visuel.....	33
4.2 l'odeur.....	33
4.3 la texture et consistance	33
4.4 Le goût	33
5. Analyses bactériologiques.....	34
5.1 préparation des dilutions décimales	34
5.2 Recherche et dénombrement des différents germes	36
5.2.1 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	37
5.2.2 Dénombrement des coliformes sur gélose VRBL	38
5.2.3 Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	38
5.2.4 Recherche et identification des <i>Staphylococcus aureus</i>	43
5.2.5 Recherche et identification des <i>Salmonella.spp</i>	46

Résultats et discussion

1. Résultats des Analyses organoleptiques	55
---	----

2. Résultats des Analyses bactériologiques.....	58
3. Fréquence des échantillons selon leur qualité bactériologique	63
4. Fréquence des échantillons selon leur contamination par les différents germes	64
4.1 Fréquence des échantillons selon leur contamination par <i>E.coli</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Salmonella</i>	64
4.2 Fréquence des échantillons selon leur contamination par les GAMT , les coliformes fécaux...	65
5.Discussion.....	65
Conclusion et perspectives.....	77
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....	80

Liste des figures

Figure N°01 : Merguez.....	9
Figure N°02: schéma de production de la merguez.	15
Figure N°03 : Carte des sites des prélèvements des merguez analysées.....	31
Figure N°04 : mortier et merguez.....	34
Figure N°05 : Merguez broyée manuellement.....	35
Figure N°06 : Préparation de la série dilution.....	35
Figure N°07 : Schéma Récapitulatif du protocole réalisé pour la recherche des germes de contamination dans la viande hachée.....	36
Figure N°08: Boîtes de Pétriensemencées pour les germes totaux et les coliformes.....	37
Figure N°09 : Dénombrement de la Flore Totale Aérobie.....	38
Figure N°10 : Boîtes de Pétriensemencées pour les germes totaux et les <i>coliformes fécaux</i> lors de la solidification du milieu.....	39
Figure N°11 : Dénombrement des germes <i>Coliformes fécaux</i>	40
Figure N°12 : Test d'urée-indole.....	41
Figure N°13 : Dénombrement des <i>E. coli</i>	43
Figure N°14 : Réalisation du test catalase.....	45
Figure N°15 : Dénombrement des <i>Staphylococcus</i>	46
Figure N°16 : Ensemencement sur le milieu Hektoen à partir du bouillon Rappaport.....	49
Figure N°17 : Flacon d'eau peptonée tamponnée avec la merguez.....	49
Figure N°18 : Milieux SFB et Rappaport utilisés pour l'enrichissement bactérien.....	50
Figure N°19 : Observation des résultats sur milieu TSI.....	50
Figure N°20 : Dénombrement de <i>Salmonella</i>	50
Figure N°21 : fréquence des 5 prélèvements des merguez selon leur qualité microbiologique.....	61

Figure N°22 : Fréquence des échantillons selon leur contamination par les différents germes	64
Figure N°23: Fréquence des échantillons selon leur contamination par les germes aérobie à 30°C et les coliformes Fécaux.....	65
Figure N°24 : la présence des GAMT sur le milieu PCA.....	67
Figure N°25 : Résultats des <i>Coliformes fécaux</i>	67
Figure N°26: Résultats des tests Urée indole.....	70
Figure N°27: la présence des <i>Salmonelles</i> (non pathogènes).....	72
Figure N°28 : l'absence de <i>Salmonella spp</i> (pathogène).....	72
Figure N°29: la présence des <i>Staphylococcus</i> à catalase négative (non pathogènes).....	74

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Classification des types de saucisses	8
Tableau N°02 : Composition nutritionnelle et valeur énergétique de la merguez.....	10
Tableau N°03 : Types des prélèvements réalisés.....	32
Tableau N°04 : Critères microbiologiques de la Charcuteries crues à consommer cuites et merguez .	52
Tableau N° 05 : Synthèse de la cotation numérique et évaluation de la conformité organoleptique des cinq prélèvements de saucisses.....	56
Tableau N° 06 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°01	58
Tableau N° 07 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°02.....	59
Tableau N° 08 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°03.....	60
Tableau N° 09 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°04.....	61
Tableau N° 10 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°05.....	62

Liste des abréviations

TIAC: Toxi-Infection Alimentaire Collective.

% : Pourcentage.

H7 : Référence à l'antigène flagellaire de certaines bactéries (très connu dans la souche pathogène *Escherichia coli* O157:H7).

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

AW: Activité de l'eau, représentant l'eau libre disponible pour le développement microbien.

PH: Potentiel Hydrogène (mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du produit).

ISO: Organisation internationale de normalisation.

BPH: Bonnes Pratiques d'Hygiène.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

UFC : Unité Formant Colonie

EHEC : *Escherichia coli* entérohémorragique.

PCA : Plate Count Agar

VRBL : Gélose Bile au Rouge Neutre et au Cristal Violet.

SFB : Bouillon Sélénite-F (milieu d'enrichissement sélectif utilisé pour la recherche des salmonelles).

TSI : Triple Sugar Iron.

Résumé

«la Merguez » fait partie des produits carnés les plus exposés aux altérations microbiologiques et aux risques de contamination par des germes d'intérêt hygiénique et sanitaire. Cette étude vise principalement à évaluer la qualité bactériologique des saucisses de type merguez commercialisées au niveau de la ville d'Aïn Témouchent. Une évaluation organoleptique des échantillons a également été réalisée afin d'apprécier leurs caractéristiques sensorielles et de les mettre en relation avec les résultats bactériologiques. Au total, 05 prélèvements ont été collectés au niveau de différents points de vente de la ville (boucheries locales). L'analyse microbiologique s'est concentrée sur le dénombrement des germes témoins d'hygiène et pathogènes, notamment la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), les *coliformes fécaux*, ainsi que la recherche de germes pathogènes spécifiques tels que *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. En parallèle, l'évaluation organoleptique des s'est basée sur les critères de couleur, d'odeur, d'aspect et de texture). Les résultats microbiologiques révèlent une situation préoccupante avec une qualité globale variable entre satisfaisante (20%), acceptable (40%) et non satisfaisante (40%), témoignant de défaillances lors des étapes de hachage, d'embossage ou du maintien de la chaîne du froid ou une charge initiale élevée de la matière première. Sur le plan organoleptique, la plupart des échantillons présentaient une qualité visuelle acceptable malgré une contamination microbienne sous-jacente élevée, soulignant ainsi que l'évaluation organoleptique ne permet pas à elle seule de conclure sur la qualité hygiénique du produit. Elle doit donc être interprétée en complément des analyses microbiologiques et physicochimiques. Cette étude met en évidence la nécessité impérieuse de renforcer les mesures d'hygiène et d'intensifier les contrôles officiels.

Mots clés : Merguez, Qualité microbiologique, Analyse organoleptique, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, Hygiène, Aïn Témouchent, Algérie

Abstract

"Merguez" is among the meat products most exposed to microbiological alterations and risk of contamination by microorganisms of hygienic and sanitary concern. This study mainly aims to evaluate the bacteriological quality of merguez-type sausages commercialized in the city of Aïn Témouchent. An organoleptic evaluation of the samples was also performed to assess their sensory characteristics and correlate them with the bacteriological results. In total, 05 samples were collected from different retail outlets across the city (local butcher shops). The microbiological analysis focused on the enumeration of hygiene indicator and pathogenic microorganisms, notably Total Mesophilic Aerobic Flora (FMAT) and fecal coliforms, as well as the detection of specific pathogens such as *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*. In parallel, the organoleptic evaluation was based on the criteria of color, odor, appearance, and texture. The microbiological results reveal a worrying situation with a variable overall quality ranging between satisfactory (20%), acceptable (40%), and unsatisfactory (40%), reflecting deficiencies during the grinding, stuffing, or cold chain maintenance stages, or a high initial microbial load of the raw material. On the organoleptic level, most samples exhibited an acceptable visual quality despite a high underlying microbial contamination, thereby highlighting that organoleptic evaluation alone is insufficient to conclude on the hygienic quality of the product. It must therefore be interpreted in conjunction with microbiological and physicochemical analyses. This study emphasizes the imperative need to strengthen hygiene measures and intensify official controls.

Keywords: Merguez, Microbiological quality, Organoleptic analysis, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, Hygiene, Aïn Témouchent, Algeria.

الملخص

يعتبر "المركز" من بين منتجات اللحوم الأكثر عرضة للتلوث الميكروبيولوجي ومخاطر التلوث بالجراثيم ذات الأهمية الصحية والنظافة العاليتين. تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى تقييم الجودة البكتريولوجية للنقانق من نوع المركز المسوقة على مستوى مدينة عين تموشنت. كما تم إجراء تقييم عضوي (حسي) للعينات لتقدير خصائصها الحسية وربطها بالنتائج البكتريولوجية. إجمالاً، تم جمع 05 عينات من نقاط بيع مختلفة في المدينة (المجازر المحلية). تركز التحليل الميكروبيولوجي على تعداد الجراثيم المؤشرة على النظافة والجراثيم الممرضة، لا سيما الهوائية المسوفيلية الإجمالية (FMAT) والبكتيريا القولونية البرازية، بالإضافة إلى البحث عن جراثيم ممرضة معينة مثل المكورات العنقودية الذهبية (*Staphylococcus aureus*) والسالمونيلا (*Salmonella*) بالتوازي مع ذلك، اعتمد التقييم العضوي على معايير اللون، الرائحة، المظهر، والقوام. تكشف النتائج الميكروبيولوجية عن وضع مقلق بجودة إجمالية متغيرة بين مرضية (20%)، مقبولة (40%)، وغير مرضية (40%)، مما يدل على وجود خلل خلال مراحل الفرغ، الحشو، أو الحفاظ على سلسلة التبريد، أو حمولة ميكروبية أولية عالية للمادة الخام. أما على الصعيد الحسي، فقد أظهرت معظم العينات جودة بصرية مقبولة على الرغم من التلوث الميكروبي الخفي المرتفع، مما يؤكد أن التقييم العضوي وحده لا يكفي للحكم على الجودة الصحية للمنتج، وبالتالي يجب تفسيره بالتكامل مع التحاليل الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية. تبرز هذه الدراسة الضرورة الحتمية لتعزيز تدابير النظافة وتكثيف الرقابة الرسمية.

الكلمات المفتاحية: المركز، الجودة الميكروبيولوجية، التحليل العضوي، السالمونيلا، المكورات العنقودية الذهبية، النظافة، عين تموشنت، الجزائر.

Introduction

La merguez est une saucisse fraîche épicée très consommée en Algérie, appréciée pour ses qualités organoleptiques, sa valeur nutritive et sa large disponibilité sur le marché. **(Nasri et al., 2022).**

Toutefois, en raison de sa composition riche en eau, en protéines et en nutriments, ainsi que des multiples manipulations qu'elle subit au cours de la préparation, de la conservation et de la commercialisation, elle constitue un milieu particulièrement favorable à la prolifération microbienne. À ce titre, la merguez fait partie des produits carnés les plus exposés aux altérations microbiologiques et aux risques de contamination par des germes d'intérêt hygiénique et sanitaire **(Hamiroune et al., 2017).**

La qualité bactériologique des merguez représente ainsi un indicateur essentiel de leur innocuité et de leur conformité aux exigences réglementaires. En effet, la présence de flores d'altération ou de germes témoins de contamination fécale ou de défaut d'hygiène, constitue un réel risque pour le consommateur et posent un problème non seulement pour la qualité marchande du produit à travers un aspect physico-chimique non conventionnel se caractérisant par différents paramètres tels que le goût, la texture, l'odeur et la couleur ; mais également, implique la survenue des maladies infectieuses de type alimentaire à savoir les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) **(Nsitu M et al., 2023)** se manifestant par des diarrhées, vomissements et fièvre et , dans certains cas, par des complications plus sévères, notamment chez les enfants, les personnes âgées ou les sujets immunodéprimés.**(OMS, 2026).**

Selon l'OMS les infections gastro-intestinales dues aux bactéries, virus et parasites présents dans les aliments, font plus de 420.0000 morts par an dans le monde **(Rapport OMS 2018)**. Les trois micro-organismes principalement en cause sont successivement : Salmonella spp (Enteritidis et Typhimurium), Staphylococcus aureus et Clostridium perfringens **(Haghebert et al., 2019)**. En outre, Escherichia coli 0157:H7, Campylobacter et Shigella. Le Ministère de la Santé a enregistré plus de 10000 cas d'intoxication alimentaire en 2017 au niveau national, 40% des cas surviennent durant les fêtes et 60% au niveau des restaurants collectifs, particulièrement les écoles et les universités. **(Le Jour D'Algérie. Dimanche 12 août 2018 n°:4551)**. En 2024, l'institut National de Santé Publique a déclaré que l'incidence des TIAC était de 23,79 cas pour 100000 habitants.

De ce fait, l'évaluation de la qualité bactériologique des merguez commercialisées apparaît indispensable afin de vérifier leur conformité microbiologique, d'apprécier les conditions d'hygiène de

Introduction

leur préparation et de leur commercialisation, et de prévenir les risques de toxi-infections alimentaires chez le consommateur.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent travail, qui vise à évaluer principalement la qualité bactériologique des merguez commercialisées au niveau d'Ain Temouchent, à travers le dénombrement de certains germes indicateurs de contamination et la recherche des pathogènes . Une évaluation organoleptique des échantillons a également été réalisée afin d'apprécier leurs caractéristiques sensorielles et de les mettre en relation avec les résultats bactériologiques. Cette étude vise ainsi à apprécier le niveau d'hygiène de ce produit carné largement consommé, à mettre en évidence les éventuelles non-conformités bactériologiques et à contribuer à la prévention des risques sanitaires liés à sa consommation.

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les saucisses

1.1 Définition

La saucisse est un produit carné transformé obtenu à partir de viande hachée — principalement de bœuf, de porc ou de volaille — éventuellement associée à des abats et à des tissus adipeux. À cette base carnée sont incorporés du sel, des épices et divers ingrédients technologiques tels que les nitrites, phosphates, antioxydants et stabilisants. Le mélange est ensuite embossé dans un boyau naturel ou artificiel, puis peut subir différents traitements technologiques : cuisson, fumage, fermentation ou séchage (**Girard, 1993**).

Selon le Codex Alimentarius élaboré par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), les saucisses appartiennent à la catégorie des produits carnés transformés, définis comme des denrées issues de la viande ayant subi des modifications physiques et/ou chimiques visant à améliorer leur conservation, leur innocuité microbiologique et leurs caractéristiques organoleptiques (**Codex Alimentarius Commission., 1995**).

D'un point de vue réglementaire et technologique, une saucisse doit contenir au minimum 50 % de viande. Toutefois, le terme « viande » peut inclure différents tissus animaux tels que la graisse, la peau, le cartilage ou les tendons. La formulation peut également comporter de l'eau, du sel, du sucre, de l'amidon, de la biscotte (agent de charge) ainsi que des protéines non carnées, des conservateurs, des colorants et des arômes, dans le respect des normes en vigueur (**Code des usages de la charcuterie., 2016; Union européenne., 2011**).

1.2 Classification

La classification des saucisses peut se faire selon plusieurs critères : le traitement technologique, la teneur en eau, le mode de conservation, et la composition (**Code des usages de la charcuterie., 2016**).

1.2.1 Classification selon le traitement technologique

1.2.1.1 Saucisses fraîches (Fresh sausages)

Les saucisses fraîches sont préparées à partir de viande hachée, d'épices et de sel, sans traitement thermique, et sont conservées uniquement par réfrigération. Elles présentent une teneur en eau élevée (aw élevée), ce qui favorise le développement microbien si les conditions de stockage ne sont pas respectées. Ces produits doivent être consommés rapidement et cuits avant consommation (**FAO., 2011; Ranken, 2000**).

Exemples : merguez fraîches, saucisses de campagne.

Synthèse bibliographique

Caractéristiques :

- Durée de conservation courte : 2–3 jours au froid
- Risque microbiologique élevé, pouvant favoriser la croissance de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* et *Escherichia coli*. Dépendance totale de la qualité de la viande et des épices pour les propriétés organoleptiques (**Borch et al., 1996**).

1.2.1.2 Saucisses cuites (Cooked sausages)

Les saucisses cuites subissent une cuisson complète, assurant la coagulation des protéines et la destruction partielle de la flore microbienne. Elles peuvent être consommées directement (**Toldrá, 2010**).
Exemples : mortadelle, saucisses de Francfort.

Caractéristiques :

- Température de cuisson >70 °C pour assurer sécurité et texture homogène.
- Conservation modérée au froid, généralement de quelques jours à deux semaines selon l'emballage.
- Risque microbiologique réduit mais possible contamination post-cuisson Organoleptiquement stables, texture souple et uniforme (**ICMSF., 2005; Ray et Bhunia, 2013**).

1.2.1.3 Saucisses fumées (Smoked sausages)

Le fumage combine aromatisation et conservation, grâce aux composés phénoliques et carbonylés de la fumée qui possèdent une activité antimicrobienne et antioxydant (**Feiner, 2006**).

Caractéristiques :

- Durée de conservation améliorée par inhibition partielle de la microflore
- Développement d'arômes caractéristiques et goût fumé • Peut être combiné à la cuisson ou au séchage pour renforcer la sécurité alimentaire Organoleptiquement : arôme et couleur spécifiques, texture ferme (**Lingbeck et al., 2014**).

1.2.1.4 Saucisses fermentées et séchées (Fermented and dry sausages)

Les saucisses fermentées subissent une fermentation lactique par des bactéries telles que *Lactobacillus spp.*, entraînant une baisse du pH ($\approx 4,8-5,3$). Le séchage réduit l'activité de l'eau, améliorant la stabilité microbiologique et prolongeant la durée de conservation (**Feiner, 2006; Toldrá, 2010**).

- Exemples : salami, chorizo sec.

Caractéristiques :

- Longue durée de conservation (plusieurs semaines à mois)
- Saveur acidulée typique de la fermentation

Synthèse bibliographique

- Microflore dominante : bactéries lactiques, *staphylocoques* à coagulase négative, levures et moisissures selon le type (Comi *et al.*, 2019; Leroy et De Vuyst, 2004)
- Risque potentiel d'amines biogènes si les matières premières ou conditions sont inadéquates Utilisation possible de cultures starter pour standardiser la fermentation Bactérienne et améliorer la sécurité alimentaire.

1.2.2 Classification selon la teneur en eau

La teneur en eau des saucisses est un critère déterminant pour leur conservation et leur stabilité microbiologique (FAO., 2011).

1.2.2.1 Les saucisses à forte humidité, qui comprennent les saucisses fraîches ou cuites, possèdent une activité de l'eau (a_w) élevée. Cette caractéristique favorise le développement microbien, ce qui limite fortement leur durée de conservation .Elles doivent être consommées rapidement après fabrication et stockées dans des conditions réfrigérées strictes pour éviter la prolifération bactérienne (FAO., 2011).

1.2.2.2 Les saucisses semi-sèches subissent une fermentation partielle qui réduit modérément l'activité de l'eau. Cette diminution intermédiaire de l' a_w permet d'allonger la durée de conservation par rapport aux saucisses à forte humidité, tout en conservant certaines caractéristiques organoleptiques (Toldrá, 2010).

La stabilité microbiologique est améliorée, mais ces produits nécessitent malgré tous des conditions de stockage adaptées (Jay *et al.*, 2005).

Enfin, les saucisses sèches résultent d'une fermentation complète et présentent une teneur en eau finale généralement inférieure à 30–40 %, et une activité de l'eau (a_w) inférieure à 0,90 .Cette faible teneur en eau confère à ces produits une longue durée de conservation et une stabilité microbiologique élevée. Les saucisses sèches peuvent être conservées pendant plusieurs mois, tout en maintenant leur qualité organoleptique et en limitant le risque de développement microbien (Feiner, 2006; Toldrá, 2010).

1.2.3 Classification selon la composition

Type de viande : porc, bœuf, mixte, volaille (Jay *et al.*, 2005).

Teneur en matières grasses : faible, moyenne, élevée (Jay *et al.*, 2005).

Ingrédients ajoutés : fromage, herbes, piment, légumes (Jay *et al.*, 2005).

Type de boyau : naturel (intestin animal), artificiel (collagène, cellulose) (Jay *et al.*, 2005).

Synthèse bibliographique

Tableau N°01 :Classification des types de saucisses : caractéristiques physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques. (Feiner, 2006; Toldrá, 2010)

Type de saucisse	Exemples	aw / pH typique	Durée de conservation	Risque microbiologique	Propriétés organoleptiques
Fraîches	Merguez fraîches, saucisses de campagne	aw élevé / pH $\approx$ 6,0–6,5	2–3 jours au froid	Élevé (<i>Listeria</i> , <i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i>)	Goût et texture dépendants de la viande et des épices
Cuites	Mortadelle, saucisses de Francfort	aw modéré / pH $\approx$ 6,0	Quelques jours à 2 semaines	Faible, contamination post cuisson possible	Texture homogène, souple, goût stable
Fumées	Saucisses fumées type Kielbasa	aw modéré / pH $\approx$ 5,8–6,2	Plus longue que les fraîches	Réduit par l'effet antimicrobien de la fumée	Arôme fumé caractéristique, texture ferme
Fermentées / séchées	Salami,	aw faible (<0,90) / pH 4,8– 5,3	Semaines à mois	Modéré, amines biogènes possibles si conditions inadéquates	Saveur acidulée, texture ferme, arômes développés
Semi sèches	Saucisses italienne Semi fermentées	aw intermédiaire / pH $\approx$ 5,2– 5,6	1–3 semaines	Modéré	Texture plus ferme que fraîche, goût légèrement acidulé

Synthèse bibliographique

Sèches	Chorizo sec, saucisson sec	aw <0,85 / pH 4,8– 5,3	Plusieurs semaines à mois	Faible, stable microbiologique ment	Texture dure, goût acidulé et aromatique
--------	-------------------------------	---------------------------	---------------------------------	---	--

2. La merguez (saucisse fraîche)

2.1. Définition

La « merguez », qui peut être désignée par plusieurs variantes linguistiques ayant la même signification, fait référence à un produit carné préparé sous forme de saucisse. En arabe maghrébin, elle est appelée « Mergāz » ou « Merkāza », tandis qu'en arabe andalou, elle est désignée sous les noms de « Mirkās » ou « Merkās ». Le terme serait dérivé du mot berbère « Amergaz » (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

Traditionnellement originaire d'Afrique du Nord et largement consommée dans les pays du Maghreb ainsi qu'en Europe, la merguez est une saucisse fraîche, crue, fortement épicée et caractérisée par une couleur rouge intense (**Benkerroum et al., 2002**). Elle se distingue par une taille relativement courte et un petit calibre (Figure 01).

Sur le plan réglementaire en Algérie, selon l'arrêté interministériel du 15 Rabi' Al Awal 1418 correspondant au 21 juillet 1997, la dénomination « Merguez » est strictement réservée à une préparation composée exclusivement de viandes bovines et/ou ovines et de la graisse de ces mêmes animaux, agrémentée d'aromates, d'épices et de condiments (**JORADP, 1997**).

Bien que l'utilisation de la viande de volaille ait été rapportée récemment dans certaines pratiques industrielles, le cadre légal fixé par l'arrêté interministériel du 2 juillet 2017 impose des normes physico-chimiques strictes : pour un produit dégraissé, le taux d'humidité ne doit pas dépasser 75 %, la proportion de tissus conjonctifs (tendons, nerfs, aponévroses) est limitée à 5 %, et la teneur totale en collagène par rapport aux protéines doit être inférieure ou égale à 35 % (**JORADP, 2017**).

De par sa popularité, la merguez constitue l'un des produits de charcuterie les plus largement consommés, y compris par des populations sensibles telles que les enfants et les personnes âgées (**Benkerroum et al., 2002**).



Figure N°01 : Merguez (Bothe, 2018

2.2 Composition

Tableau N°02 : Composition nutritionnelle et valeur énergétique de la merguez pour 100 g (ANSES, 2020).

Nutriments	Valeur
Energie	283Kcal
Protéines	19.8g
Lipides	26.6g
Glucides	0.215g
Eau	52.4g

2.2.1 Types de viandes

Les matières premières constituent le socle de la qualité physico-chimique et sensorielle des merguez. Les viandes utilisées sont traditionnellement sélectionnées parmi les coupes bovines et ovines, bien que l'incorporation de viande de volaille soit également observée dans l'industrie moderne. Les morceaux choisis impactent directement la texture finale du produit. Les coupes maigres, telles que l'épaule ou le flanchet, fournissent les protéines structurales et myofibrillaires indispensables à la liaison, tandis que les matières grasses, provenant majoritairement du tissu adipeux ovin (suif) ou bovin, apportent la jutosité et la richesse aromatique caractéristiques **(Feiner, 2006; Girard *et al.*, 1988)**.

2.2.2 Rôle de l'eau

L'eau joue un rôle clé dans la formulation de la merguez. En tant que solvant, elle favorise l'hydratation et la solubilisation des protéines structurales, assure une bonne émulsion entre la phase viande et la phase grasse, et confère une jutosité optimale au produit fini **(Toldrá, 2010)**. Cependant, la proportion d'eau influence fortement la fermeté et la conservation : une teneur en eau libre (activité de l'eau, a_w) trop élevée peut altérer la stabilité microbiologique et accélérer le développement des flores d'altération bactériennes lors du stockage **(FAO, 2011)**.

2.2.3 Rôle du sel

Le sel (chlorure de sodium) est un ingrédient technologique et un agent de conservation indispensable. Au-delà de son pouvoir exhausteur de goût, il permet d'extraire et de solubiliser les protéines myofibrillaires (notamment la myosine), assurant ainsi la liaison et la cohésion de la mûlée après l'étape d'embossage. De plus, une teneur en sel rigoureusement contrôlée permet de stabiliser le produit sur le plan sanitaire en limitant l'activité de l'eau (a_w), ce qui inhibe efficacement la prolifération des micro-organismes pathogènes **(FAO, 2011)**.

2.2.4. Rôle des épices

La merguez, par sa composition riche en matières grasses, est sensible à l'oxydation lipidique, responsable du rancissement. Des épices comme le paprika, le cumin ou le poivre possèdent des propriétés antioxydants dues à leurs composés phénoliques et flavonoïdes, qui agissent en piégeant les radicaux libres et en retardant l'oxydation des acides gras insaturés **(Toldrá, 2010)**.

2.2.5 Enrichissement nutritionnel

Dans l'objectif d'améliorer le profil nutritionnel de la merguez, des approches modernes se penchent sur l'enrichissement des matières premières en acides gras essentiels, notamment en oméga-3. Ces ajustements peuvent être intégrés indirectement via l'alimentation des animaux d'élevage ou directement par la substitution partielle des graisses animales par des huiles végétales. Ces

Synthèse bibliographique

modifications ciblées permettent d'augmenter significativement la valeur nutritionnelle et fonctionnelle des saucisses fraîches (**Estévez et al., 2021**).

2.2.6 Additifs alimentaires (Merguez industrielle)

2.2.6.1 Nitrites et nitrates

Les nitrites (E249, E250) et les nitrates (E251, E252) jouent un rôle technologique multifonctionnel en charcuterie : ils stabilisent la couleur rouge typique du produit par la formation de nitrosomyoglobine, réduisent efficacement l'oxydation lipidique et inhibent de manière stricte la germination des spores de *Clostridium botulinum*. Néanmoins, leur utilisation doit être rigoureusement surveillée et limitée, car ils peuvent réagir avec les amines secondaires pour former des nitrosamines potentiellement cancérogènes (**Sun et al., 2024**).

2.2.6.2 Antioxydants

Les antioxydants, tels que l'acide ascorbique (E300) et les tocophérols, sont incorporés pour retarder l'oxydation des lipides, prolonger la durée de conservation et stabiliser la couleur de la viande. Lorsqu'ils sont combinés aux nitrites, ils agissent en synergie pour accélérer le développement d'une couleur rosée stable tout en réduisant de manière significative la formation résiduelle de nitrosamines (**Honikel, 2008**).

2.3 Fabrication de la merguez

Le processus de fabrication de la Merguez est très variable d'un pays à un autre et même entre les régions d'un même pays, en fonction de l'assaisonnement, le boyau utilisé, ainsi que le mode de consommation. Elle est généralement préparée à partir de la viande d'agneau et/ou du bœuf mélangée avec des condiments (**Benhalima et Ghomari, 2018**).

Le type de viande utilisé principalement pour la fabrication des saucissons limite la consommation pour certains groupes de personnes à cause de leurs interdits religieux. Les aliments prêts ou faciles à consommer tels que les saucissons jouent un rôle important dans la satisfaction des besoins en alimentation des populations. Ils sont appréciés par les consommateurs pour leur caractère abordable, leur accessibilité, leur variété et leurs caractéristiques organoleptiques uniques (**SHININGENI et al., 2019**) mais également pour leur richesse en nutriments essentiels, notamment en protéines, acides aminés, minéraux et vitamines (**ADZITEY et al., 2015**).

Le merguez se fabrique en mélangeant 60-80% de viande hachée (porc, bœuf ou volaille), 20-30% de graisse, des épices et parfois des additifs. La préparation suit trois étapes clés : 1-Hachage et émulsification de la viande 2- Incorporation des ingrédients, 3-Garnissage dans des boyaux naturels ou synthétiques. Selon le type (fraîche, sèche ou fumée), elles subissent un affinage de quelques heures à plusieurs mois (**GIRARD, 1988**).

2.3.1 Prétraitement des matières premières

Ce processus fait référence à la préparation de la viande en vue d'une transformation ultérieure. Les étapes comprennent par exemple le désossage de la viande, le hachage, le broyage et le mélange. La viande est ainsi transformée en une masse uniforme. D'autres ingrédients nécessaires, tels que les épices et les assaisonnements, sont également ajoutés, en fonction du type de la merguez et de la recette spécifique. Cette étape est très importante pour que les merguez soient pleines de saveur (**Romans et al., 2001**).

Conformément aux normes réglementaires Algériennes, les matières premières de base sont composées de viande de mouton et de bœuf. Il est préférable d'opter pour une viande grasse, ce qui permet de réduire la quantité de graisse ajoutée. La viande doit être soit de fraîcheur suffisante, soit conservée au réfrigérateur. Il est déconseillé d'utiliser de la viande ayant été stockée au réfrigérateur pendant une longue période, ainsi que de la viande congelée ou décongelée. Il est également recommandé de privilégier la viande d'animaux jeunes (**OMS, 2016**).

Il est essentiel de respecter les normes d'hygiène les plus strictes tout au long du processus et de réfrigérer correctement la viande afin qu'elle soit maintenue à la bonne température à tout moment. C'est la seule façon de garantir un produit sûr et de la plus haute qualité. Au cours de cette étape de transformation, nous travaillons normalement à des températures inférieures à 4 degrés, afin d'obtenir la bonne texture (**Seydi et Tari, 2007**).

➤ Réfrigération

La réfrigération consiste à abaisser la température de la viande à une valeur légèrement supérieure à son point de congélation. La viande ainsi que le gras doivent être bien réfrigérés. Cela permet d'éviter la putréfaction et assure une sûreté vis-à-vis des germes pathogènes (**Rosset, 1982**).

➤ Découpage

La découpe consiste à séparer une carcasse en morceaux de gros ou de détail (**FAO 2007**).

➤ Désossage

Le désossage consiste à extraire les os et les cartilages. Il est réalisé à l'aide de couteaux (**Lemaire, 1984**).

➤ Parage

Le parage est destiné à améliorer l'aspect des viandes. Il facilite également certaines opérations technologiques telles que le hachage. Le parage comprend : le dégraissage, l'épluchage. Cela permet de débarrasser les muscles des aponeuroses, des nerfs et des vaisseaux (**Lemaire, 1984**).

2.3.2 Hachage

Le hachage est un prélude à l'élaboration de tous les produits divisés. Il concerne les tissus musculaires et adipeux ainsi que certains organes à l'état frais ou congelé. Cette opération utilise l'énergie

Synthèse bibliographique

mécanique pour désorganiser les structures des tissus par des opérations de tranchage, d'écrasement et de rupture (**GIRARD *et al.*, 1988**). Les appareils les plus utilisés sont les hachoirs ou les cutters.

2.3.3 Préparation du mélange

Les produits hachés sont mis dans un malaxeur à viande électrique (si la quantité est importante) ou un pétrin. L'assaisonnement (sel et épices) déjà dilué dans de l'eau est ajouté. Au cours de sa préparation, la mûlée est naturellement contaminée par différents micro organismes. C'est pourquoi il est indispensable. Que la mûlée se travaille dans une zone où la température n'excède pas les 12°C. que pour éviter une mauvaise liaison entre les constituants, de contrôler la température de la mûlée, la température idéale se situant entre 0 et +5°C. que si la température est élevée, de mettre le mélange dans la chambre froide avant de commencer l'embossage(**Girard, 1992**).

2.3.4 Embossage

Il consiste à placer la pâte dans un boyau pour lui donner sa forme caractéristique. Cette opération peut être entièrement automatique. Pour les Merguez, l'embossage est réalisé sans trop de fermeté sous menu de mouton; de calibre variant entre 18 et 24 mm. Cependant à l'heure actuelle, les boyaux en fibres animales comestibles sont largement utilisés(**GIRARD *et al.*, 1998**).

2.3.5 Egouttage

Après l'embossage, les saucisses Merguez peuvent être vendues fraîches après un égouttage rapide d'une dizaine de minutes (**SAVIC et SEYDI, 1974**).

2.3.6 Stockage

Selon la réglementation Algérienne, les « Merguez » doivent être conservées de manière ininterrompue à une température comprise entre +4°C et +8°C depuis le moment de leur préparation jusqu'à celui de leur mise à la consommation. Elles doivent livrées au consommateur dans la journée même, passé ce délai, ces denrées sont à retirer de la consommation humaine(**JORA, 1998**).

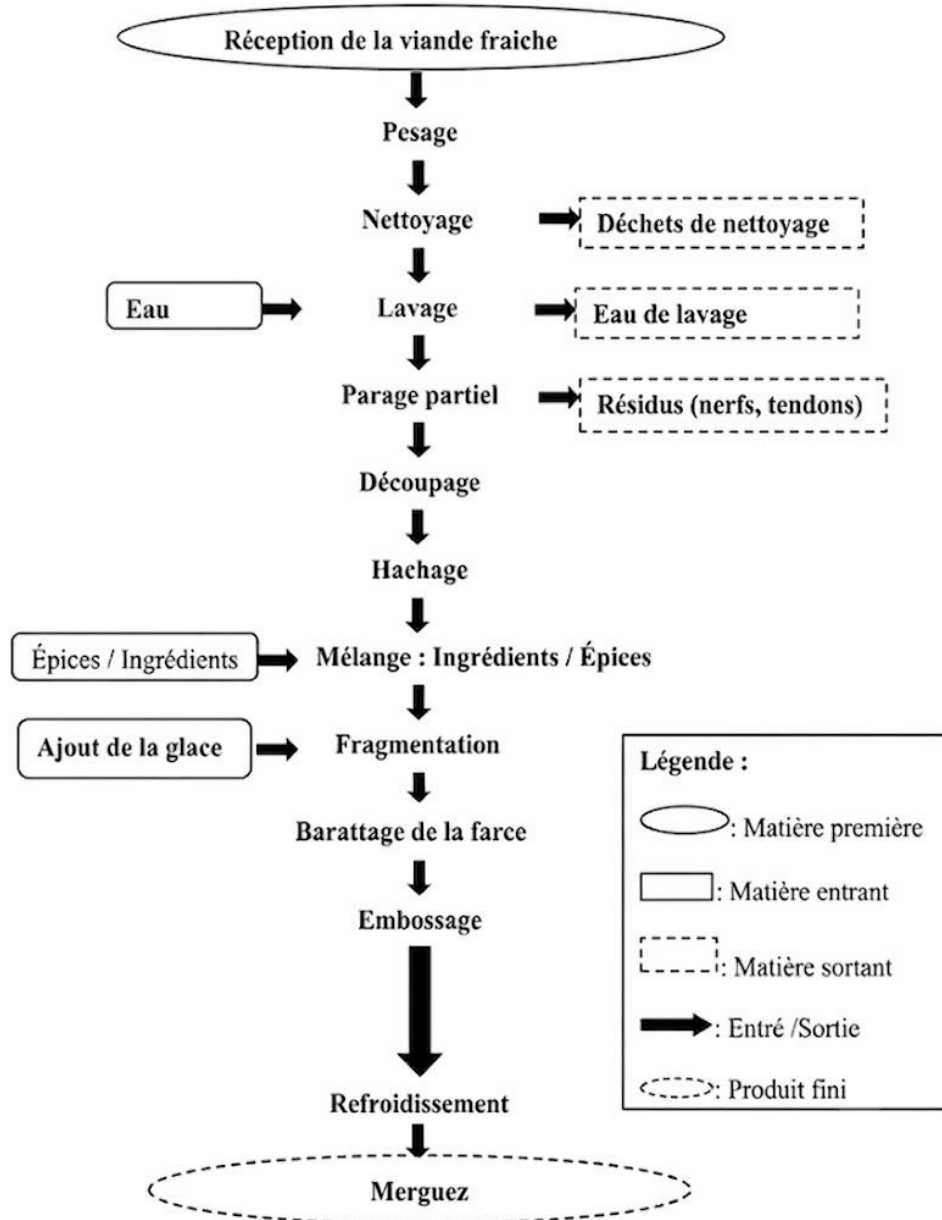


Figure N°02 : schéma de production de la merguez (Ouali et *al.*, 2018).

2.4 Conditions de conservation et de distribution

Selon la législation algérienne relative aux conditions de préparation et de commercialisation de la merguez : La merguez doit être conservée de manière ininterrompue à une température comprise entre 4°C et 8°C. L'exposition de la merguez à l'air libre suspendue à des crochets est interdite. La merguez préparée, doit être livrée au consommateur dans la même journée, passé ce délai, cette denrée est à retirer de la consommation humaine (arrête interministériel., 1997).

2.5 Normes microbiologiques applicables

Les Merguez sont des produits carnés hachés à haut risque microbiologique en raison de la multiplicité des étapes de transformation (broyage, mélange, embossage), de manipulation et parfois de fermentation. Ces opérations augmentent fortement les risques de contamination croisée et de prolifération microbienne en cas de défaillance hygiénique. La sécurité sanitaire de ces produits repose sur l'application stricte de normes microbiologiques internationales qui visent à garantir à la fois la maîtrise de l'hygiène du procédé et l'absence de micro-organismes pathogènes dangereux pour le consommateur (**Codex Alimentarius, 1999;ISO, 7218**).

En Algérie, le contrôle microbiologique des saucisses repose sur l'application des normes ISO et des recommandations du Codex Alimentarius. Les analyses portent principalement sur la flore aérobie mésophile, les *entérobactéries*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* Et les *staphylocoques* à coagulase positive afin d'assurer la conformité sanitaire des produits et la protection du consommateur (**JORADP, 2017**).

2.6 Qualité de la merguez

2.6.1 Qualité organoleptique (aspect, odeur, goût, texture)

La qualité organoleptique de la viande regroupe les propriétés sensorielles (couleur, tendreté, flaveur et jutosité) à l'origine des sensations de plaisir associées à sa consommation (**Cartier, 2007**).

2.6.1.1 La couleur

La couleur de la viande est principalement liée à sa teneur en myoglobine. Elle varie non seulement selon sa teneur, mais aussi selon son état d'oxydation. La myoglobine réduite non oxygénée est rouge pourpre. La myoglobine réduite oxygénée est rouge vif, La myoglobine oxydée, ou metmyoglobine, est rouge-brun (**Clinquart et al., 2000**).

2.6.1.2 La tendreté

La tendreté est la composante de qualité sensorielle la plus importante pour le consommateur de viande bovine. Cette viande présente une dureté de base beaucoup plus élevée par rapport aux viandes de porc ou de volailles. L'attendrissement progressif de la viande, est beaucoup plus lent chez le bovin par rapport au porc, et surtout à la volaille. La durée de maturation est essentielle dans la détermination de la tendreté de la viande bovine (**CIV, 2004**).

2.6.1.3 La flaveur

La flaveur de la viande est déterminée par la composition chimique et les changements apportés à cette dernière par la cuisson. Elle est déterminée par la composition chimique et les changements apportés lors de la cuisson (**Monin, 1991**).

Il a été montré que la flaveur typique de la viande, est liée à des composants hydrosolubles, de nombreux composants aromatiques volatils sont produits lors de la cuisson par dégradation ou oxydation des lipides, dégradation thermique et interactions entre protéines, peptides, acides aminés, sucres (**Clinquart *et al.*, 2000**).

2.6.1.4 La jutosité

La jutosité de la viande cuite présente deux composants organoleptiques. Le premier est l'impression d'humidité durant les premières mastications. Celles-ci sont produites par la libération rapide de fluides par la viande. Le deuxième est la jutosité soutenue liée à l'effet stimulant de la graisse sur la salivation (**ALIANE, 2016**).

2.6.2 Qualité microbiologique

La qualité microbiologique des denrées alimentaires, et en particulier des merguez, constitue un indicateur clé de leur sécurité et de leur aptitude à la consommation(**Jay *et al.*, 2005**). Elle reflète le niveau de contrôle des contaminants microbiens tout au long du processus de fabrication, depuis les matières premières jusqu'au produit fini, et inclut l'évaluation de la charge microbienne totale, des indicateurs d'hygiène, des micro-organismes pathogènes ainsi que le respect des normes et limites réglementaires (**Codex Alimentarius, 2003**).

2.6.2.1 La flore indicatrice

Les bactéries indicatrices d'hygiène sont des micro-organismes utilisés pour évaluer indirectement la qualité microbiologique des aliments. Elles ne sont pas nécessairement pathogènes, mais leur présence en quantités élevées reflète une défaillance des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et des procédures de maîtrise sanitaire au cours de la production, de la transformation et du stockage des aliments (**ICMFS, 2011**).

Ces micro-organismes sont particulièrement utiles car ils sont facilement détectables et partagent les mêmes sources de contamination que les bactéries pathogènes, notamment les matières premières, l'environnement de production et les manipulateurs (**Food Standards Agency, 2010; ICMSE, 2011**). Dans le cas des saucisses, produits carnés fortement manipulés, les étapes de hachage, mélange et

Synthèse bibliographique

embossage augmentent la surface de contact et favorisent la contamination croisée, ce qui rend ces indicateurs essentiels pour le contrôle sanitaire (**Eslami et al., 2017**).

Dans les merguez, produits riches en eau, protéines et matières grasses, les bactéries trouvent un milieu favorable à leur développement, particulièrement lorsque la chaîne du froid n'est pas respectée (**Seydi et Tari, 2007**).

a. Flore totale Aérobie Mésophile

La Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit. La Flore Totale Aérobie Mésophile regroupe tous les microorganismes aptes à se développer à température de 37°C sur un milieu ordinaire. Sa valeur élevée peut indiquer une probabilité d'altération rapide d'un aliment donné par les bactéries d'altération et peut provoquer une infection des consommateurs par les bactéries pathogènes (**Raonivalo, 2008**).

Cette flore indique le degré de contamination bactérienne globale des viandes, et est utilisée comme méthode de contrôle de la qualité hygiénique des carcasses (**DENNAÏ et al., 2001**).

Cependant ; un aliment dont la flore mésophile est trop nombreuse (10⁵ -10⁶ germes) est considérée comme impropre à la consommation (**Bourgeois et Clereret, 1980**).

La FAMT représente l'ensemble des bactéries aptes à se multiplier en milieu aérobie, aux températures moyennes, plus précisément celles dont la température optimale de croissance est située entre +25°C et +45°C. Cet ensemble englobe les bactéries pathogènes pour l'homme d'une part, et divers microorganismes d'altération, d'autre part, il faut toutefois noter que la pratique générale de la conservation des aliments à basse température réduit leur importance sur le plan de l'altération au profit des bactéries psychotropes (**Jouve, 1996**).

b. Entérobactéries (Enterobacteriaceae)

Ce sont des bacilles à Gram négatif, non exigeants, aérobies-anaérobies facultatifs, fermentant le glucose avec ou sans production de gaz, et possédant un métabolisme oxydase négatif et nitrate réductase positif. Cette famille englobe aussi bien des genres ubiquitaires environnementaux (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*) que des genres d'origine digestive stricte (*Salmonella*, *Escherichia*, *Shigella*). Et regroupe une large famille de bactéries incluant des espèces indicatrices et des espèces potentiellement pathogènes. Elles sont considérées comme des indicateurs très sensibles des défaillances d'hygiène dans

les chaînes de production alimentaire (Souad et al., 2021).

Elles permettent notamment de détecter les contaminations post-processus et d'évaluer l'efficacité des opérations de nettoyage et de désinfection. Une étude comparative a montré que les *entérobactéries* sont plus sensibles que les *coliformes* pour révéler les défauts d'hygiène dans les produits carnés (Souad et al., 2021).

Sur la matrice des merguez, la prolifération des *entérobactéries* induit une dégradation biochimique précoce par l'attaque des nutriments hautement disponibles (acides aminés libres, peptides, et glucides résiduels issus des épices comme le carvi ou le paprika) libérés lors du hachage de la viande. Leurs activités métaboliques mènent à la production de composés volatils malodorants et à un début d'acidification ou de rancissement de la pâte carnée par fermentation. De plus, étant donné que cette famille englobe des genres potentiellement pathogènes, leur multiplication rapide (notamment en cas de rupture de la chaîne du froid ou d'entreposage à température ambiante dans les boucheries) réduit drastiquement la durée de conservation commerciale (durée de vie) de la merguez (Brenner et al., 2005).

Elles transforment le produit en un vecteur critique de toxi-infections avant même que les signes extérieurs de putréfaction macroscopique ne soient visibles, masquant ainsi le danger sanitaire pour le consommateur (Brenner et al., 2005).

C. Coliformes

Les *coliformes* sont un sous-groupe des *entérobactéries* utilisés comme indicateurs de contamination générale. Ils permettent d'évaluer l'hygiène des équipements, de l'eau et des surfaces dans les industries agroalimentaires. Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production de gaz et d'acide à une température de 30 °C à 35 °C. Ils proviennent principalement du sol, de l'eau et des résidus végétaux (Ghafir et al., 2008).

Les *coliformes*, notamment les *coliformes fécaux*, sont des indicateurs spécifiques de contamination fécale récente. Leur présence dans les produits carnés est généralement liée à des défaillances lors de l'abattage à une contamination du matériel de transformation ou à des contaminations croisées pendant les étapes de manipulation, de hachage et d'embossage. Ces bactéries sont capables de se développer rapidement dans les aliments riches en eau et en protéines comme les merguez, particulièrement lorsque les conditions d'hygiène et de conservation ne sont pas respectées (Essid et al., 2013).

Des études ont montré que les niveaux de *coliformes thermotolérants* peuvent atteindre des valeurs très élevées en cas de mauvaise conservation ou de rupture de la chaîne du froid, favorisant la prolifération microbienne (Ghafir et al., 2008).

Synthèse bibliographique

Des coliformes, traduisant un manque de maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène (**Rhazi, 2012**). Par ailleurs, certaines recherches ont démontré leur persistance même après traitement thermique, ce qui suggère une contamination post-processus (**Park et al., 2014**). Sur la matrice de la merguez, une charge excessive de coliformes accélère la fermentation des glucides apportés par les épices, contribuant à un début d'acidification précoce du produit (**Essid et al., 2013**).

Cette prolifération bactérienne peut également provoquer une altération des caractéristiques organoleptiques des merguez, notamment l'apparition d'odeurs désagréables, une texture visqueuse ou collante ainsi qu'une modification de la couleur du produit. En outre, leur développement excessif réduit la durée de conservation des merguez et traduit une mauvaise qualité hygiénique des matières premières, des équipements ou des conditions de manipulation (**Food Standards Agency, 2010**).

d. *Escherichia coli* (contamination fécale)

Escherichia coli à la famille des *entérobactéries*. Il s'agit d'un bacille à Gram négatif, anaérobie facultatif, mobile ou immobile selon les souches, capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de détection dans les merguez est un indicateur fiable de contamination fécale récente. Elle reflète généralement une mauvaise hygiène lors de l'abattage ou des manipulations postérieures et peut indiquer la présence potentielle de souches pathogènes (**Essid et al., 2013**).

Sur le plan de la sécurité sanitaire, Bien que certaines souches soient inoffensives, d'autres présentent un pouvoir pathogène important, notamment les souches entérohémorragiques (comme les EHEC) pouvant provoquer des gastro-entérites sévères, des diarrhées hémorragiques et parfois des complications rénales graves chez l'homme (**Food Standards Agency, 2010; ICMSF, 2011**).

Des études sur la merguez traditionnelles ont montré que les niveaux de coliformes variaient fortement selon les producteurs, soulignant l'importance d'une surveillance uniforme (**Trzaskowska et al., 2014**).

Dans certains cas, la présence élevée d'*E. coli* dans les merguez peut également représenter un risque direct pour la santé publique, notamment lorsque les produits sont insuffisamment cuits. Les intoxications alimentaires causées par certaines souches pathogènes se manifestent par des douleurs abdominales, diarrhées, vomissements et fièvre. Ainsi, la recherche des *coliformes thermotolérants* dans les produits carnés constitue un critère essentiel pour l'évaluation de la qualité sanitaire et de la sécurité microbiologique des merguez (**ICMSF, 2011**).

2.6.2.2 *Pseudomonas spp.* (flore d'altération)

Les bactéries du genre *Pseudomonas* sont des bacilles à Gram négatif, aérobies stricts,

Synthèse bibliographique

mobiles grâce à une ciliature polaire (flagelles), oxydase positive et catalase positive. Leur propriété fondamentale est la psychrotrophie : bien que leur température optimale de croissance soit mésophile (20 °C à 25 °C), elles possèdent des systèmes enzymatiques membranaires adaptés qui leur permettent de se multiplier activement à de basses températures de réfrigération (entre 0 °C et +4 °C). Elles colonisent préférentiellement la surface des viandes fraîches exposées à l'oxygène **(Cuq, 2016)**.

Responsables de l'altération des produits carnés, notamment en conditions de réfrigération. Elles se développent principalement lorsque la chaîne du froid est rompue ou lorsque le stockage est prolongé. Leur présence entraîne une dégradation organoleptique des merguez (odeur ammoniacale ou putride, poissage superficiel et décoloration), ce qui en fait un indicateur important de qualité de conservation. Ainsi, elles permettent d'évaluer indirectement la maîtrise des conditions de stockage et de distribution des produits carnés **(Cuq, 2016)**.

2.6.2.3 la flore pathogène

La surveillance des pathogènes est cruciale pour prévenir les infections ou les intoxications alimentaires

2.6.2.3.1 *salmonella*

Les *salmonelles* sont des bactéries à gram négatif, aérobies, non sporulées, mésophiles, thermosensibles. On connaît actuellement plus 1800 sérotypes. *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi A*, *B* et *C* ; sont strictement adaptées à l'homme. *Salmonella typhi* est plus redoutée par sa fréquence et sa gravité. (Un seul germe de *Salmonella typhi* peut entraîner la typhoïde) **(OMS, 2016)**.

Seule une multiplication des *salmonelles* dans l'aliment peut être à l'origine d'une diarrhée aigue. Cette multiplication se produit à l'occasion de fautes commises sur la chaîne alimentaire ; en général une rupture de la chaîne de froid. Il y a aussi le cas de la contamination croisée par l'intermédiaire des manipulations ou des surfaces de travail **(Leyral et Vierling, 1997)**.

La contamination des aliments est directement ou indirectement liée à un contact avec les excréments d'animaux ou à un milieu souillé par ces matières ; la contamination peut être aussi le fait de porteur sain humain : 5% de la population héberge des *salmonelles* dans les voies biliaires et les éliminent dans leurs matières fécales **(Leyral et Vierling, 1997)**.

2.6.2.3.2 *Staphylococcus*

Ce sont des cocci à Gram positif, regroupés typiquement en amas ou « grappes de raisins », immobiles, non sporulés, catalase positif et coagulase positif (propriété majeure qui les distingue des autres *staphylocoques* et signe leur pathogénicité). Leur principale caractéristique technologique est leur caractère halotolérant (ou halophile modéré) : ils tolèrent des activités de l'eau (aw) relativement basses (jusqu'à 0,85)

Synthèse bibliographique

et des concentrations de sel élevées (jusqu'à 10-15 % de NaCl). Cela leur permet de survivre et de se multiplier de manière sélective dans les produits carnés salés, épicés et riches en graisses comme la merguez, là où d'autres flores compétitrices sont inhibées. **(Bergdoll et Bovee, 1997).**

On retrouve le genre *Staphylococcus* qui comprend plusieurs espèces dont *Staphylococcus aureus* qui représente l'espèce type. Cette dernière est une bactérie pathogène pouvant être présente sur le cuir de l'animal, dans les mamelles, et dans le tractus digestif et génital de l'animal vivant. Ce germe est présent aussi bien chez le personnel malade, atteint d'affections cutanées purulentes (plaie infectée, abcès, panaris, furoncle), de maux de gorge, d'angines ou de rhinites, que chez le personnel sain (chevelure, peau saine). Elles peuvent produire des entérotoxines thermostables responsables d'intoxications alimentaires, même après cuisson. Leur présence indique donc une défaillance importante des pratiques d'hygiène du personnel.

Une étude menée sur des saucisses artisanales a montré des taux élevés de contamination, confirmant les risques liés à la manipulation humaine **(Sutra et al., 1998).**

Sa présence à des taux microbiologiques supérieurs aux critères proposés, indique que les règles d'hygiène n'ont pas été respectées à l'abattoir ou au cours des manipulations. Toutefois, la présence de *Staphylococcus aureus* dans les aliments chauffés et manipulés après cuisson est plutôt un indice de contamination humaine et probablement de mauvaises pratiques à l'égard de l'hygiène des manipulateurs d'aliment. Elle peut aussi indiquer une contamination par des matières premières ou des mauvaises conditions d'entreposage **(Sutra et al., 1998).**

L'effet de *Staphylococcus aureus* sur le merguez est d'ordre exclusivement toxicologique et biochimique, sans altération visuelle. La merguez constitue un milieu de culture idéal pour cette bactérie si la température du produit dépasse +10 °C à +12 °C (température ambiante des étals de vente). Lorsque la population *staphylococcique* franchit le seuil critique dans la masse du produit, elle sécrète des entérotoxines *staphylococciques* (principalement les types A et D). L'effet sur le produit est totalement invisible : la viande conserve une couleur rouge normale, une texture ferme et une odeur épicée agréable. Cependant, ces toxines possèdent une stabilité thermique exceptionnelle : elles résistent à une cuisson à cœur de 100 °C pendant plus de 30 minutes. Ainsi, la consommation de la merguez, même intensément cuit à la poêle ou au barbecue, détruit la bactérie vivante mais laisse la toxine intacte. Cela déclenche chez l'homme une toxi-infection alimentaire aiguë et violente, survenant rapidement (2 à 6 heures après l'ingestion), caractérisée par des vomissements répétés en jet, des crampes abdominales sévères et une déshydratation **(Bergdoll et Bovee, 1997).**

2.6.2.3.3 *Listeria*

Listeria monocytogenes est une bactérie psychrotrophe capable de survivre et de se multiplier à basse température, notamment dans les produits réfrigérés. Elle représente un danger majeur dans les aliments prêts à consommer. Les critères microbiologiques exigent soit son absence, soit des limites strictes selon le type de produit. et une bactérie de l'environnement responsable d'une zoonose appelée *listériose*. Cette infection parfois sévère diffère des autres maladies d'origine alimentaire par : la gravité de la symptomatologie, sa prédilection pour les sujets dont le système immunitaire est déficient et un taux de létalité très élevé, de 20 à 30% (**Bonazzi et al., 2009**).

La contamination des aliments peut survenir à partir de matières premières animales ou végétales ou à partir de l'environnement industriel, du fait des capacités de persistance de la bactérie, et constitue de ce fait un problème récurrent tout au long de la chaîne alimentaire (**Bonazzi et al., 2009**).

Une part importante de différents types de produits carnés a été fortement impliquée dans les principales épidémies de *listériose* humaine à l'échelle mondiale (**Smith et al., 2019**).

2.6.2.4 Altérations des merguez

2.6.2.4.1 Altérations microbiologiques

Les altérations microbiologiques surviennent lors du développement de micro-organismes, tels que les bactéries lactiques ou des pathogènes comme *Salmonella spp.*, favorisé par des ruptures de la chaîne du froid ou une hygiène défaillante. Ces contaminations entraînent la production de gaz, d'odeurs anormales et d'amines biogènes (comme l'histamine), pouvant induire des réactions allergiques chez le consommateur (**Toldrá, 2010**).

2.6.2.4.2 Altérations chimiques

L'oxydation des lipides est le principal mécanisme d'altération chimique, formant des composés volatils responsables du rancissement. Ce processus altère les qualités organoleptiques et diminue la valeur nutritionnelle. L'usage d'antioxydants, tels que les tocophérols, permet de ralentir ces réactions oxydatives et de prolonger la durée de vie du produit (**Heinz et Hautzinger, 2007**).

2.6.2.4.3 Altérations physiques

La perte d'eau (exsudation) ainsi que le développement de moisissures en surface nuisent à l'esthétique du produit. Dans des conditions de stockage inadéquates, certaines moisissures peuvent produire des mycotoxines, représentant un risque sanitaire majeur (**Toldrá, 2010**).

2.6.2.4.4 Altérations enzymatiques

Les enzymes endogènes résiduelles peuvent dégrader les protéines myofibrillaires et les lipides, entraînant un ramollissement indésirable de la texture et une modification du profil aromatique de la merguez (**Toldrá, 2010**).

2.6.2.4.5 Altérations liées aux pigments et au sel

La photo-oxydation des pigments (myoglobine) conduit à un brunissement non souhaité, altérant l'aspect visuel. Par ailleurs, des gradients osmotiques mal maîtrisés, liés à une mauvaise répartition du sel, peuvent créer des micro-environnements locaux favorisant le développement microbien dans certaines zones de la saucisse (**Heinz et Hautzinger, 2007**).

Le contrôle rigoureux de la qualité des matières premières, le respect strict des bonnes pratiques d'hygiène (BPH), ainsi que l'utilisation maîtrisée d'antioxydants et d'agents antimicrobiens sont indispensables pour garantir la sécurité et la stabilité organoleptique des produits carnés (**Heinz et Hautzinger, 2007; Toldrá, 2010**).

2.7 Facteurs influençant la qualité des merguez

2.7.1 Facteurs Intrinsèques

2.7.1.1 Le pH (Potentiel d'Hydrogène)

Dans un merguez sèche, on cherche volontairement un pH acide ($< 5,2$) pour bloquer les mauvaises bactéries et faire coaguler les protéines (donner de la fermeté) (**ROZIER *et al.*, 1986**).

Dans un merguez cuite, un pH trop bas est un défaut car la viande perd son eau à la cuisson (**ROZIER *et al.*, 1986**).

2.7.1.2 L'Activité de l'eau (AW)

C'est le facteur clé du séchage. En ajoutant du sel et en faisant sécher la merguez, on baisse l'activité de l'eau. Si l'aw reste trop élevée (plus de **0,91**), les moisissures toxiques peuvent se développer. (**BOURGEOIS *et al.*, 1996**).

2.7.1.3 Le Potentiel d'Oxydoréduction (EH)

Le hachage de la viande introduit de l'oxygène (milieu aérobie), ce qui favorise les bactéries d'altération. C'est pour cela qu'on pousse la viande fermement dans le boyau : pour chasser l'air et créer un milieu anaérobie favorable aux "bonnes" bactéries (ferments). **(Mescle et Zucca, 1988)**.

2.7.2 Facteurs Extrinsèques

2.7.2.1 La Température

C'est le facteur "sécurité". Un merguez fraîche doit être maintenue à +4°C. Pour un merguez cuite, le passage de 10°C à 60°C doit être le plus rapide possible pour traverser la "zone de danger" où les microbes pullulent **(ESTRADE, 2002)**.

2.7.2.2 L'Humidité Relative (HR)

L'humidité ambiante intervient sur la prolifération des micro-organismes à la surface des denrées alimentaires **(CHEFTEL, 1977)**.

2.8 Origines de la contamination des merguez

Les merguez peuvent être contaminées à plusieurs étapes : pendant l'abattage, la préparation, le hachage, l'assaisonnement, la manipulation ou la conservation. Entre l'abattage de l'animal et la consommation du produit carné **(Benfiala et Merghem, 2020)**. Les étapes susceptibles d'introduire les microorganismes contaminants sont nombreux :

2.8.1 Contamination de la viande crue

Lors de l'abattage, les germes peuvent franchir la barrière intestinale, et parvenir aux muscles par voie sanguine (principalement dans le cas d'animaux stressés). Le hachage de la viande offre un grand danger puisqu'il favorise sa contamination par introduction en profondeur des germes répandus en surfaces. Il y a aussi un risque de contamination par les mains et les instruments **(Bell, 2002)**.

La contamination initiale débute à l'abattoir lors du processus de dépouillement et d'éviscération. Le tractus gastro-intestinal des animaux (bovins, ovins) est le réservoir naturel de bactéries pathogènes comme *Salmonella enterica* et *Escherichia coli* entérohémorragique (EHEC). Une perforation de l'intestin ou un contact accidentel de la carcasse avec la peau externe (chargée de matières fécales et de boue) transfère instantanément ces germes sur les tissus musculaires de surface **(Bell, 2002)**.

Les animaux sont exposés pendant leur acheminement vers l'abattoir à des agressions d'ordre psychique et physique ; blessures dues aux coups de bâton, glissades sur le sol des véhicules et par les luttes entre animaux d'âge et de sexe différents (Bell, 2002).

2.8.2 Contamination par le matériel

La fabrication des merguez implique une étape de hachage et de mélange agressif qui brise les barrières cellulaires de la viande, libérant des nutriments et augmentant la surface d'exposition. Si les hachoirs, mélangeurs et poussoirs ne subissent pas un protocole strict de Nettoyage et Désinfection (Opérations de Nettoyage et de Désinfection - Plan de Maîtrise Sanitaire), les résidus organiques permettent la formation de biofilms. Ces structures permettent à des bactéries comme *Listeria monocytogenes* de s'ancrer aux surfaces en acier inoxydable et de contaminer les lots de viande de manière continue. (Cerf, 2011).

Le matériel utilisé est garni de sciure d'os. Cette sciure grasse et collante sèche rapidement et adhère aux surfaces des outils, ce qui favorise la multiplication des germes. (Cerf, 2011). Le contact des viandes avec les plans de coupe, -les outils, les exposent à une contamination permanente dont l'importance est variable et difficile à préciser (Cerf, 2011).

2.8.3 Contamination humaine

Les manipulateurs de la viande représentent un vecteur critique par manque d'hygiène corporelle ou comportementale. Le portage sain ou l'infection active de la peau, du nez ou de la gorge par *Staphylococcus aureus* (*Staphylocoque doré*) est fréquent. Par les éternuements, la toux ou des mains mal lavées après manipulation d'objets souillés, le personnel inocule la viande. Durant le stockage, ces bactéries peuvent proliférer et synthétiser des entérotoxines qui résistent à la cuisson ultérieure de la merguez. (Gautier et al., 2003).

La contamination de ce type se fait par les personnes qui travaillent dans l'industrie, soit avant ou après l'abattage au niveau de la boucherie. Parmi les germes existants sont surtout *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Salmonelle* et d'autres germes qui interviennent à partir des voies respiratoires (khelif. L et al., 2010) n'importe quel opérateur peut être porteur intestinal, cutané ou buccopharyngé de germes pathogènes lors de sécrétion nasale ou de lésion cutanée suppurée. En effet, la main d'œuvre est la plus incontrôlable des 5M (Seydi et Tari, 2007).

2.8.4 Contamination croisée

Elle intervient lors du contact direct entre une matière première contaminée (par exemple, des abats ou de la viande de volaille contenant des *Campylobacter*) et une viande saine destinée aux merguez. Elle se produit également de manière indirecte lorsque le boucher utilise la même planche de travail, les mêmes couteaux ou les mêmes gants pour parer différents types de viandes sans phase de désinfection intermédiaire, transférant ainsi la flore pathogène d'un produit à un autre (**Luber, 2009**).

2.8.5 Épices et additifs contaminés

Les épices traditionnelles entrant dans la composition des merguez (piment doux/fort, cumail en poudre, poivre) proviennent souvent de zones géographiques où les techniques de séchage (souvent à l'air libre sur le sol) les exposent aux déjections d'oiseaux, de rongeurs et à la poussière. Elles introduisent dans la mêlée de viande une charge microbiologique importante, notamment des spores de *Clostridium perfringens* ou de *Bacillus cereus*, extrêmement résistantes à la déshydratation, ainsi que des *Salmonelles* (**McKee, 1995**).

Les espèces microbiennes et fongiques trouvés dans les épices sont fort banales et omniprésentes, l'humidité et la température aux quelles sont entreposés pas mal d'aliments, favorisent le développement microbien qui provoque des modifications d'aspect, rendant ainsi les produits invendables (**Leederer, 1986**).

Les additifs contaminés (comme les colorants non autorisés, les conservateurs altérés ou les épices contenant des métaux lourds et des toxines) agissent négativement sur les merguez à deux niveaux principaux. D'une part, ils altèrent la qualité organoleptique et sanitaire du produit en favorisant une détérioration précoce (changement de couleur, rancissement des graisses, développement d'odeurs anormales) et en masquant parfois un manque de fraîcheur de la viande. D'autre part, ils représentent un risque direct pour la santé du consommateur : l'ingestion de ces contaminants chimiques ou microbiologiques peut provoquer des intoxications alimentaires immédiates (troubles digestifs) ou des effets toxiques à long terme (allergies, perturbations endocriniennes ou risques cancérogènes induits par des substances interdites comme certains colorants azoïques) (**Feiner, 2006**).

2.8.6 Boyaux contaminés

Le merguez est embossée dans des boyaux naturels (menu de mouton). De par leur origine anatomique (système digestif de l'animal), les boyaux possèdent une flore bactérienne endogène très

dense (*coliformes*, *entérocoques*). Si les étapes industrielles de raclage, de lavage, de saumurage (conservation par le sel) ou de dessalage avant embossage sont insuffisantes, le boyau contamine directement la périphérie du produit, accélérant sa dégradation ou sa dangerosité sanitaire (**Wijnker et al., 2006**).

Les boyaux contaminés (généralement des boyaux naturels de mouton, appelés menu de mouton) agissent comme une source majeure de contamination pour les merguez, impactant le produit de deux façons essentielles. D'une part, ils provoquent une contamination microbiologique croisée massive de la masse de viande. Mal nettoyés ou mal conservés (défaut de salage), les boyaux abritent une charge bactérienne élevée, notamment des entérobactéries, des flores d'altération, ou des pathogènes comme *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*. Ces micro-organismes migrent rapidement du contenant vers le contenu, accélérant la putréfaction de la merguez (odeurs nauséabondes, relâchement de la texture). D'autre part, ils altèrent les propriétés physiques de l'enveloppe, rendant le boyau fragile, poisseux ou anormalement coloré, ce qui nuit gravement à la tenue à la cuisson et à la qualité organoleptique globale de la saucisse (**Ockerman et Basu, 2014**).

2.8.7 Mauvaise conservation

Les mauvaises conditions de stockage et de conservation favorisent la prolifération des germes, les merguez doivent être conservées à une température comprise entre + 4° et + 8°C, et ils doivent être livrées au consommateur dans la même journée (**ROSSET, 1982**).

Dans l'industrie de la viande, il faudra éviter toute rupture de la chaîne de froid et toute variation de l'humidité relative des ambiances. Au cours du stockage réfrigéré, seuls les germes superficiels peuvent évoluer, les germes profonds anaérobies étant bloqués (**ROSSET, 1982**).

2.8.8 Contamination pendant la vente

Lors de l'étape ultime de commercialisation (étals de marchés, boucheries traditionnelles), le produit fait face à plusieurs facteurs critiques : exposition directe à l'air ambiant non filtré (dépôt de particules, pollens), contact avec des insectes vecteurs de germes (mouches), rupture thermique due à des vitrines réfrigérées surchargées ou défectueuses, et contamination croisée finale par le vendeur qui manipule l'argent, les emballages et la viande avec les mêmes gants ou pinces (**Guiraud, 2012**).

2.9 Les maladies dues à la contamination des merguez

La merguez est une saucisse fraîche très consommée dans les pays du Maghreb et dans plusieurs pays européens. Elle est généralement préparée à partir de viande bovine ou ovine hachée, mélangée à des épices et des matières grasses. En raison de sa richesse en eau, protéines et lipides, elle constitue un milieu favorable à la multiplication des micro-organismes pathogènes. Les risques augmentent lorsque les conditions d'hygiène sont insuffisantes, lorsque la chaîne du froid n'est pas respectée ou lorsque la fabrication est artisanale (Guiraud, 2012).

Les recherches scientifiques nationales et internationales montrent que les merguez peuvent être responsables de plusieurs types de maladies alimentaires : les infections alimentaires, les toxi-infections alimentaires, les intoxications alimentaires et les parasitoses alimentaires. Ces contaminations peuvent provenir de la viande utilisée, des épices, du matériel de transformation, des surfaces de travail, des mains du personnel ou des mauvaises conditions de conservation (ICMSF, 2005).

MAERIEL ET METHODES

1. Zone et période de l'étude

L'objectif de notre étude consiste en l'évaluation de la qualité bactériologique et organoleptique des saucisses de type Merguez fabriquées et commercialisées au niveau de la ville d'Ain Témouchent.

Pour répondre à cet objectif, des prélèvements de merguez ont été effectués aléatoirement, sur un ensemble de commerces de détail (Boucheries) répartis sur la ville (figure N°03) et acheminés directement au laboratoire d'Hygiène de la wilaya afin d'être analysés.

La période des prélèvements des échantillons et d'analyses microbiologiques s'est déroulée pendant 02 semaines (du dimanche au jeudi) du 29 mars jusqu'au 12 avril 2026.



Figure N°03 : Carte des sites des prélèvements des merguez analysées (Google Maps., 2026).

2. Plan d'échantillonnage

Notre étude expérimentale s'est concentrée sur cinq (5) échantillons de saucisses fraîches type Merguez, à base de viande et de volaille, fabriquées selon des méthodes artisanales et vendues dans la ville d'Ain Témouchent (tableau N°3). Les unités prélevées (250g pour chaque prélèvement) ont été déposées dans des sacs stériles.

Tableau N°03 : Types des prélèvements réalisés.

Prélèvements	Type de merguez
P1	viande
P2	poulet
P3	dinde
P4	poulet
P5	poulet

3. Transport et conservation des échantillons

Les échantillons ont été acheminés immédiatement après leur prélèvement vers le laboratoire à l'aide d'une glacière .Le transport, la conservation ainsi que l'analyse se sont déroulées dans des conditions d'asepsie rigoureuse.

4. Analyses organoleptiques

Les analyses organoleptiques constituent la première étape du Contrôle de qualité.

Elles permettent d'évaluer la conformité d'un produit par rapport à des standards sensoriels définis par la réglementation (**Stoneet *et al.*, 1993**).

En Contrôle de qualité agroalimentaire, la méthode standard consiste à utiliser une échelle de cotation hédonique ou d'intensité (Scoring). Nous pouvons attribuer une note de **0 à 3** pour chaque paramètre (Aspect/Couleur, Odeur, Consistance) afin d'évaluer la conformité par rapport à la norme établie (**Organisation Internationale de Normalisation., 2012**)

- **3 : Parfaitement conforme** (L'état correspond exactement ou de manière optimale aux critères de la norme).
- **2 : Satisfaisant / Légère déviation** (L'état est globalement conforme mais présente une nuance mineure).
- **1 : Limite de l'acceptabilité** (Proche de la non-conformité).

Matériel et méthodes

- **0 : Non conforme** (Altération évidente ou en dehors des critères).

4.1. Aspect Visuel (Couleur et Forme)

- **Couleur** : Elle doit être uniforme et caractéristique du type de produit (rosée pour la volaille, plus rouge pour le bœuf). Défauts à rechercher : Décoloration (grisaillement), taches vertes (signe de contamination bactérienne intense) ou présence de poches de graisse ou de gelée sous le boyau (**Ruedt ,C., 2023**)
- **Forme et Surface** : Le produit doit avoir une forme régulière. La surface doit être propre, sans exsudat (liquide gluant) ni moisissures blanchâtres ou duveteuses (**Zhu ,Y., 2024**)

4. 2 L'Odeur

Un merguez de qualité doit dégager une odeur agréable d'épices, de viande fraîche ou de fumé (si applicable)., Signes d'altération : Toute odeur aigre, ammoniacale, de rance (oxydation des graisses) ou d'œuf pourri (H₂S) indique que le produit est impropre à la consommation.(**Association française de Normalisation , 2014**).

4.3 La Texture et Consistance (Toucher)

- **Fermeté** : La saucisse doit être ferme et élastique sous la pression du doigt. Elle ne doit pas être molle ou pâteuse.
- **Adhérence** : Le boyau doit bien adhérer à la mée (la chair). Un décollement excessif peut indiquer un problème de fabrication ou de stockage.
- **Au tranchage** : La tranche doit être nette, sans morceaux de cartilage ou de tendons excessifs, et la répartition du gras et du maigre doit être homogène(**Association française de Normalisation , 2014**).

4.4 Le Goût (Flaveur)

- **Équilibre** : Le goût doit être équilibré entre la viande, le sel et les épices. Selon **ISO 6658 :2017** la norme internationale qui définit comment organiser les sensorielles en milieu industriel

5. Analyses bactériologiques

5.1. Préparation des dilutions décimales

La solution mère (10⁻¹) a été préparée en mélangeant 25 g de l'échantillon avec 225 ml de

Matériel et méthodes

TSE. Après homogénéisation, 1 ml de cette solution mère a été pris et ajouté à 9 ml de TSE, obtenant ainsi la dilution 10^{-2} . Ce processus a été répété pour atteindre les dilutions successives jusqu'à 10^{-6} (figure 06). Les dilutions obtenues ont ensuite été utilisées pour l'ensemencement sur les milieux de culture adaptés aux micro-organismes recherchés (Laboratoire d'Hygiène et d'études Microbiologiques, 2005).



Figure N°04 : mortier et merguez (Photo originale)



Figure N°05: Merguez broyée manuellement (Photo originale)



Figure N°06 : Préparation de la série de dilutions (Organisation Internationale de Normalisation, 2017)

5.2. Recherche et dénombrement des différents germes :

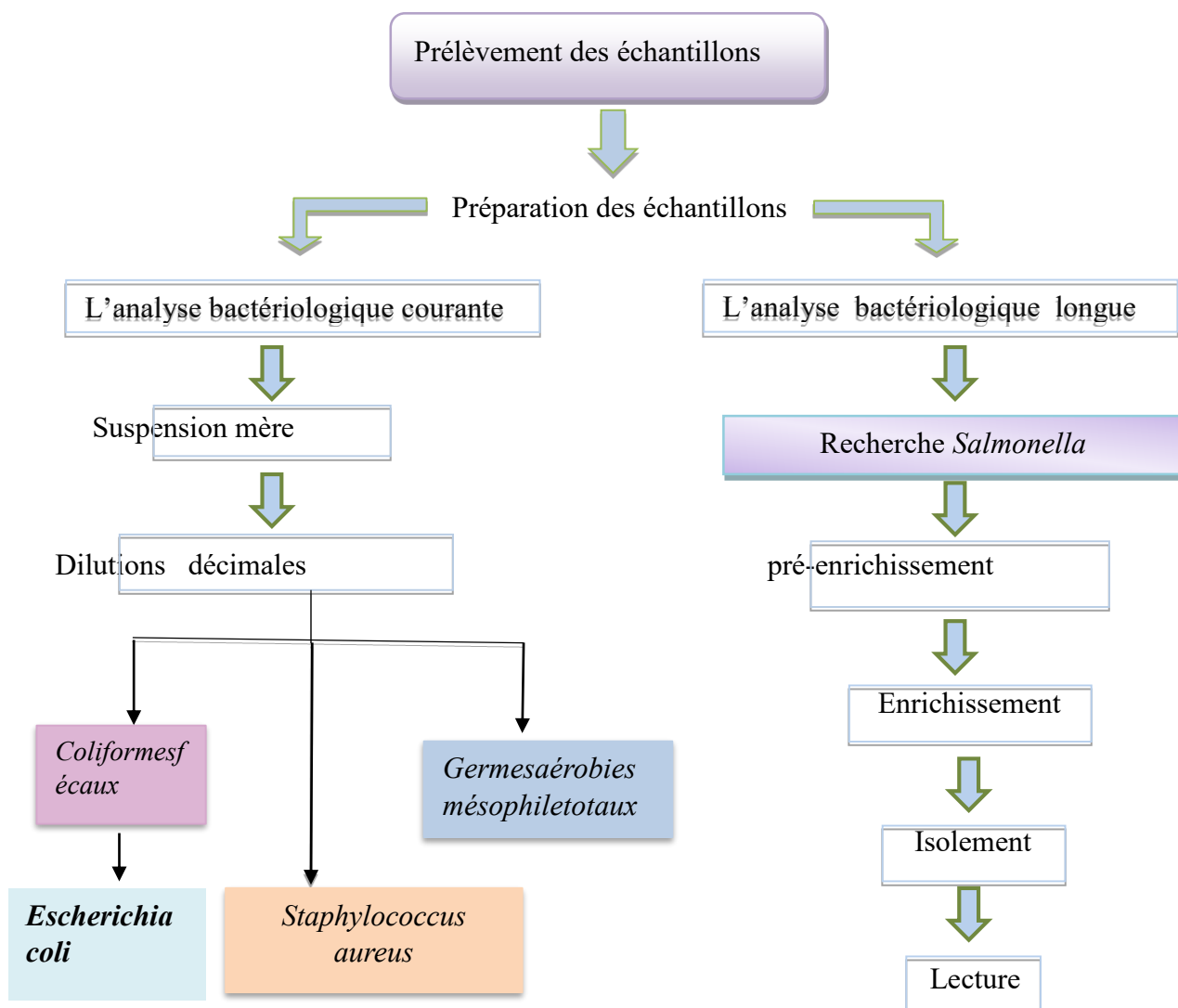


Figure N°07:Schéma Récapitulatif du protocole réalisé pour la recherche des germes de contamination dans la viande hachée (JORA, 2017).

5.2.1 Dénombrement de la Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM)

La Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM) constitue un indicateur sanitaire essentiel, permettant d'évaluer le nombre d'UFC (Unités Formant Colonie) dans un produit. Ce groupe regroupe l'ensemble des micro-organismes capables de se développer à une température de 37 °C, sur un milieu ordinaire. L'analyse de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) a été réalisée selon une méthode standardisée (Mcevoy *et al*, 2004).

Technique :

- ✓ Des dilutions décimales de l'échantillon ont été préparées, puis, dans des boîtes de Pétri stériles, nous avons inoculé 0,1 millilitre de chaque dilution. En parallèle, nous avons utilisé six dilutions, allant de 10^{-1} jusqu'à 10^{-6} .
- ✓ Ensuite, environ 15 millilitres de gélose PCA, préalablement fondue et maintenue entre 44 et 47 °C, ont été versés. Le mélange a été homogénéisé en profondeur, par agitation, pour assurer une répartition homogène de l'inoculum.

Incubation :

Après solidification, les boîtes ont été incubées à 37 °C pendant 24, 48 et 72 heures (figure 08)



Matériel et méthodes

Figure N°08 : Boîtes de Pétri ensemencées pour les *germes totaux* et les *coliformes* (Photo originale)

Cette méthode fournit un indicateur précis de la contamination *aérobie totale*, permettant d'identifier rapidement les risques de détérioration

Lecture :

La lecture aura lieu après 24 et 48 et 72 heures par le comptage des colonies blanches sous forme lenticulaire de 100 mm diamètre

La figure 09 présente la méthode du dénombrement de la flore *aérobies mésophiles totaux* FAMT :

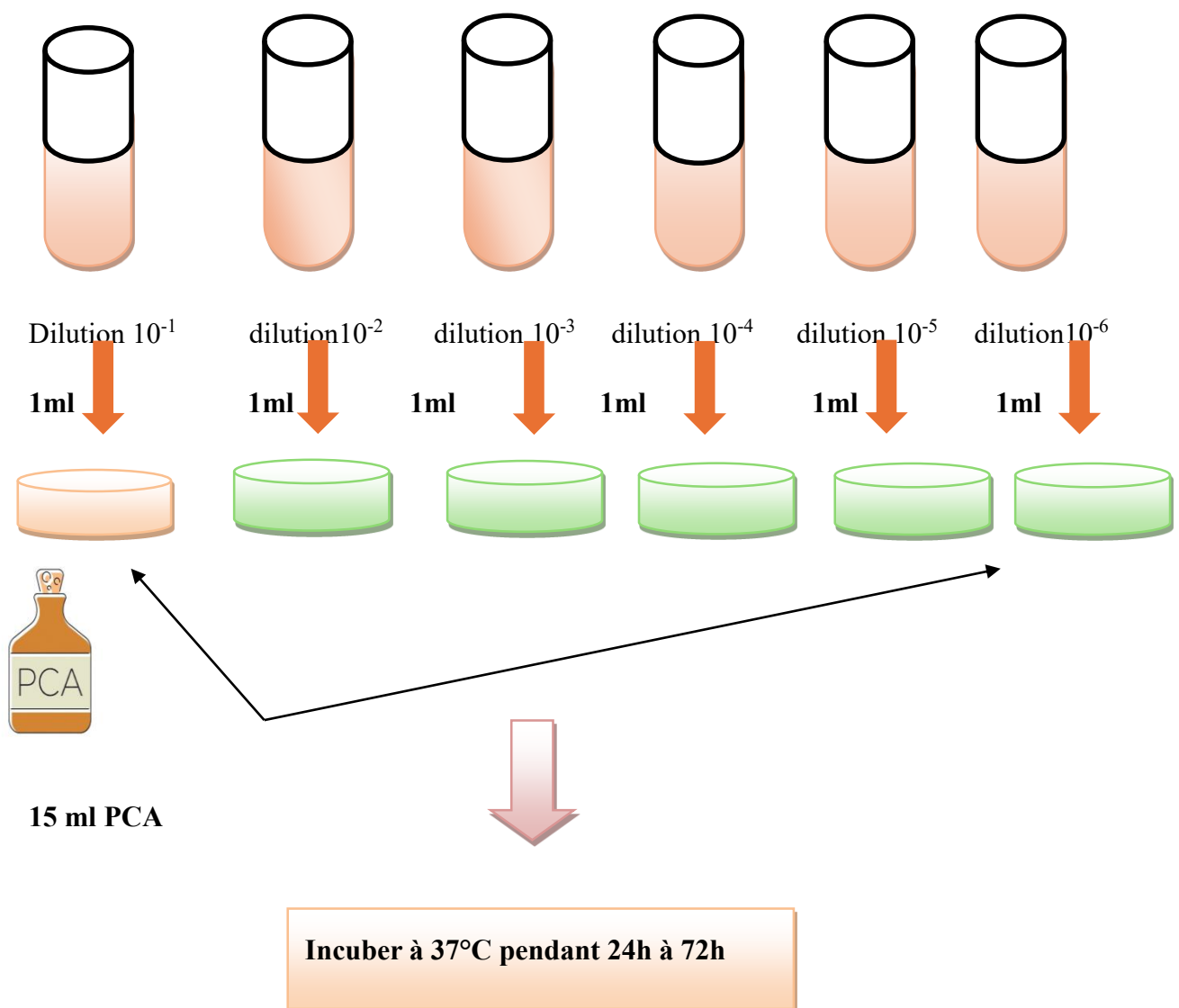


Figure N°09: Dénombrement de la Flore Totale Aérobie (ISO, 2013)

5.2.2 Dénombrement des *coliformes fécaux* sur gélose VRBL

L'analyse des *coliformes fécaux* a été réalisée selon une méthode standardisée (Laboratoire d'Hygiène, 2005), assurant une sélection rigoureuse (Guiraud j.P, 2004).

Technique :

- ✓ Des dilutions décimales de l'échantillon ont été préparées, puis, dans des boîtes de Pétri stériles, 1 millilitre de chaque dilution a été ajouté.
- ✓ Ensuite, environ 15 millilitres de gélose VRBL, fondue au préalable et maintenue entre 44 et 47 °C, ont été versés. Le tout a été homogénéisé par un mouvement circulaire sur la paillasse afin de répartir uniformément l'inoculum (Laboratoire d'Hygiène, 2005).

Incubation :

- ✓ Après solidification, les boîtes ont été incubées à 44 °C pendant 24 à 48 heures. Trois dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) ont été utilisées, conformément aux normes, afin de couvrir une large plage.

Lecture :

- ✓ La lecture est faite après 24h à 48h d'incubation par le comptage des colonies rouges foncées et le résultat est exprimé en unité UFC/gr.
- ✓ Seules les boîtes présentant un comptage entre 15 et 150 colonies après 24 heures ont été retenues pour la lecture. Si le dénombrement était inférieur à 15, aucune lecture n'a été faite après 48 heures (figure 10).



Figure N°10: Boîtes de Pétriensemencées pour les *germes totaux* et les *coliformes fécaux* lors de la solidification du milieu.(photo originale).

Matériel et méthodes

La figure 11 présente la méthode du dénombrement des *coliformes fécaux* :

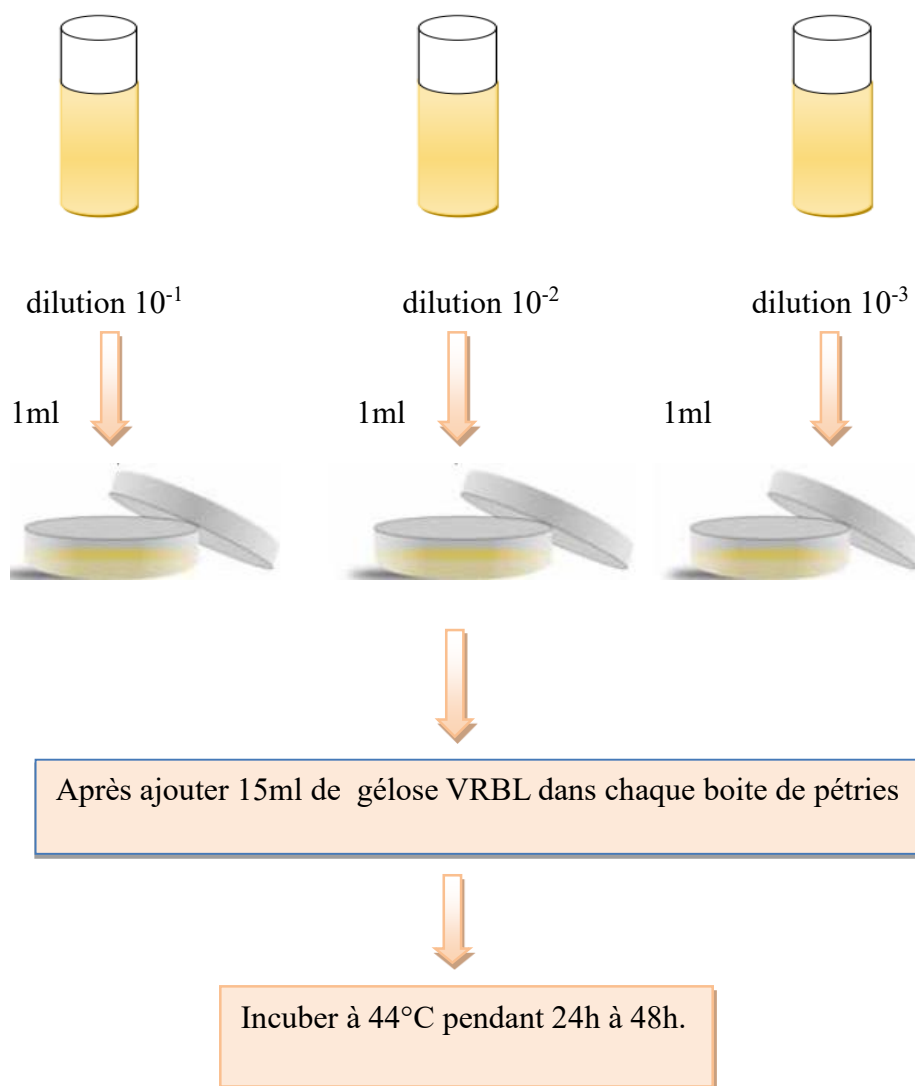


Figure N°11: Dénombrement des germes *Coliformes fécaux* (ISO, 2006).

5.2.3 Recherche et dénombrements d'*Escherichia coli* :

L'identification d'*Escherichia coli* constitue une étape essentielle dans l'évaluation de la qualité microbiologique des aliments et des eaux. Cette bactérie, appartenant au groupe des *coliformes fécaux thermotolérants*, se distingue par sa capacité à fermenter le lactose, produisant acide et gaz à 44 °C (ICMSF, 2011).

Matériel et méthodes

Technique :

- ✓ Après l'isolement des colonies suspectes sur un milieu sélectif pour *coliformes fécaux*, la confirmation de *E. coli* s'appuie sur des tests biochimiques, notamment le milieu urée-tryptophane suivi du test au réactif de Kovacs.
- ✓ Cette approche repose sur deux critères biochimiques clés : l'activité uréasique et la production d'indole. En effet, *E. coli* est uréase négative, c'est-à-dire qu'elle ne dégrade pas l'urée, ne provoquant aucun changement colorimétrique du milieu. En revanche, elle exprime la tryptophanase, qui dégrade le tryptophane en indole.
- ✓ La procédure consiste à prélever une colonie suspecte, à l'inoculer dans un tube de milieu urée-tryptophane.

Incubation :

- ✓ incuber à 37 °C pendant 24 heures.

Lecture :

L'absence de coloration rose ou rouge indique une réaction uréase négative. Ensuite, quelques gouttes du réactif de Kovacs sont ajoutées, et l'apparition d'un anneau rouge confirme une production d'indole positive, permettant ainsi d'identifier *E. coli*.

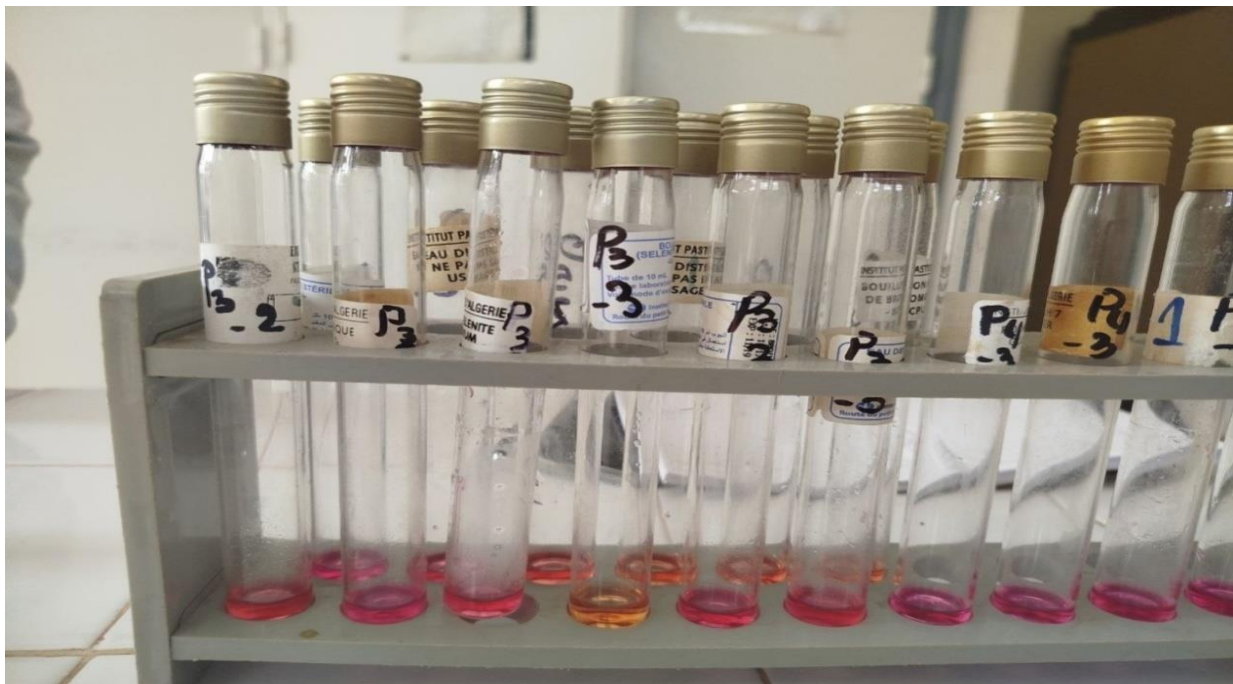


Figure N°12: Test d'urée-indole(photo originale)

Matériel et méthodes

- La figure 13 montre les différentes étapes du dénombrement des *Escherichia coli* :

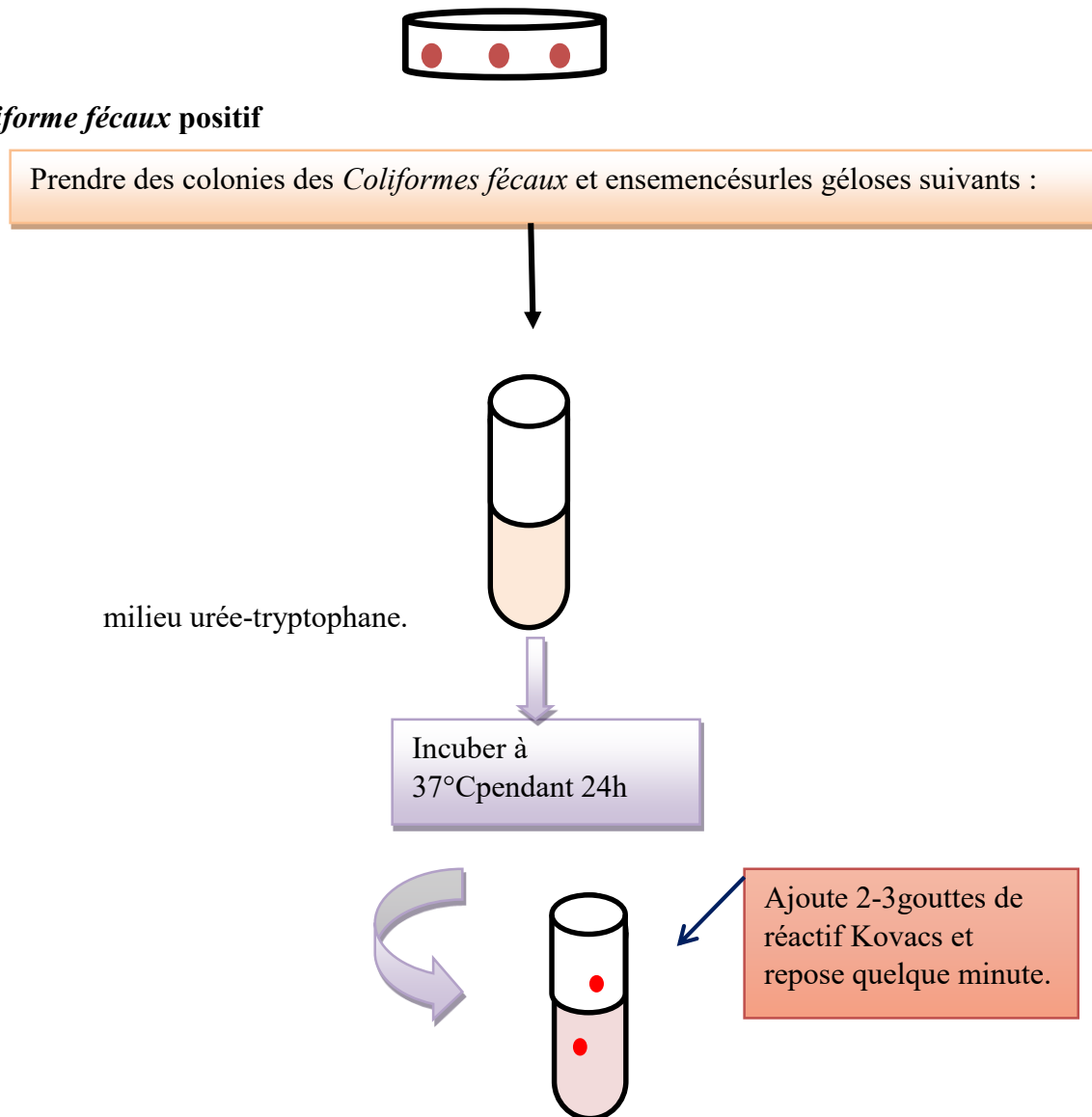


Figure N°13: Dénombrement des *E. coli*. (ISO, 2005)

5.2.4 Recherche et identification des *Staphylococcus aureus*

La méthode de recherche des *staphylocoques* a été réalisée selon une approche microbiologique basée sur l'utilisation du milieu sélectif de Baird-Parker, reconnu pour l'isolement des *staphylocoques* à coagulase positive, particulièrement *Staphylococcus aureus* (Sutra *et al.*, 1998).

Technique:

Dans un premier temps, le milieu Baird-Parker a été préparé puis enrichi par l'ajout du supplément jaune d'œuf-tellurite de potassium. Ce supplément joue un rôle essentiel dans la

Matériel et méthodes

différenciation des colonies suspectes grâce à l'activité lipolytique et réductrice des *staphylocoques* pathogènes.

- ✓ Après homogénéisation du milieu, celui-ci a été coulé aseptiquement dans six boîtes de Pétri stériles puis laissé à solidifier.
- ✓ Par la suite, un ensemencement en surface a été réalisé à partir des différentes dilutions décimales de l'échantillon, allant de la solution mère jusqu'à la dilution 10^{-6} . L'étalement a été effectué à l'aide d'un râteau stérile afin d'assurer une répartition homogène de l'inoculum à la surface du milieu.

Incubation :

- ✓ Les boîtes ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

- ✓ Après incubation, les colonies suspectes de *staphylocoques* ont été recherchées sur le milieu Baird-Parker. Les colonies caractéristiques apparaissent généralement sous forme de colonies noires, brillantes, parfois entourées d'un halo clair dû à l'hydrolyse des constituants du jaune d'œuf.
- ✓ Les colonies observées ont ensuite été différenciées en colonies caractéristiques et non caractéristiques selon leurs aspects morphologiques.

Afin de confirmer l'identification des souches suspectes, un test catalase a été réalisé au troisième jour.

1.1. Test de catalase :

- ✓ Ce test repose sur la capacité des *staphylocoques* à produire l'enzyme catalase, capable de dégrader le peroxyde d'hydrogène en eau et en oxygène. Une colonie suspecte a été prélevée puis mise en contact avec une goutte de peroxyde d'hydrogène. L'apparition immédiate et abondante de bulles gazeuses traduit une réaction catalase positive caractéristique des *staphylocoques*. En revanche, une apparition tardive ou faible des bulles n'est pas considérée comme un résultat positif fiable. Selon les critères microbiologiques, seule une réaction rapide et intense permet de confirmer l'activité catalasique de la souche analysée.



Figure N°14: Réalisation du test catalase (**photo originale**)

- Les différentes étapes du dénombrement des *Staphylococcus aureus* sont présentées dans la figure suivante :

Matériel et méthodes

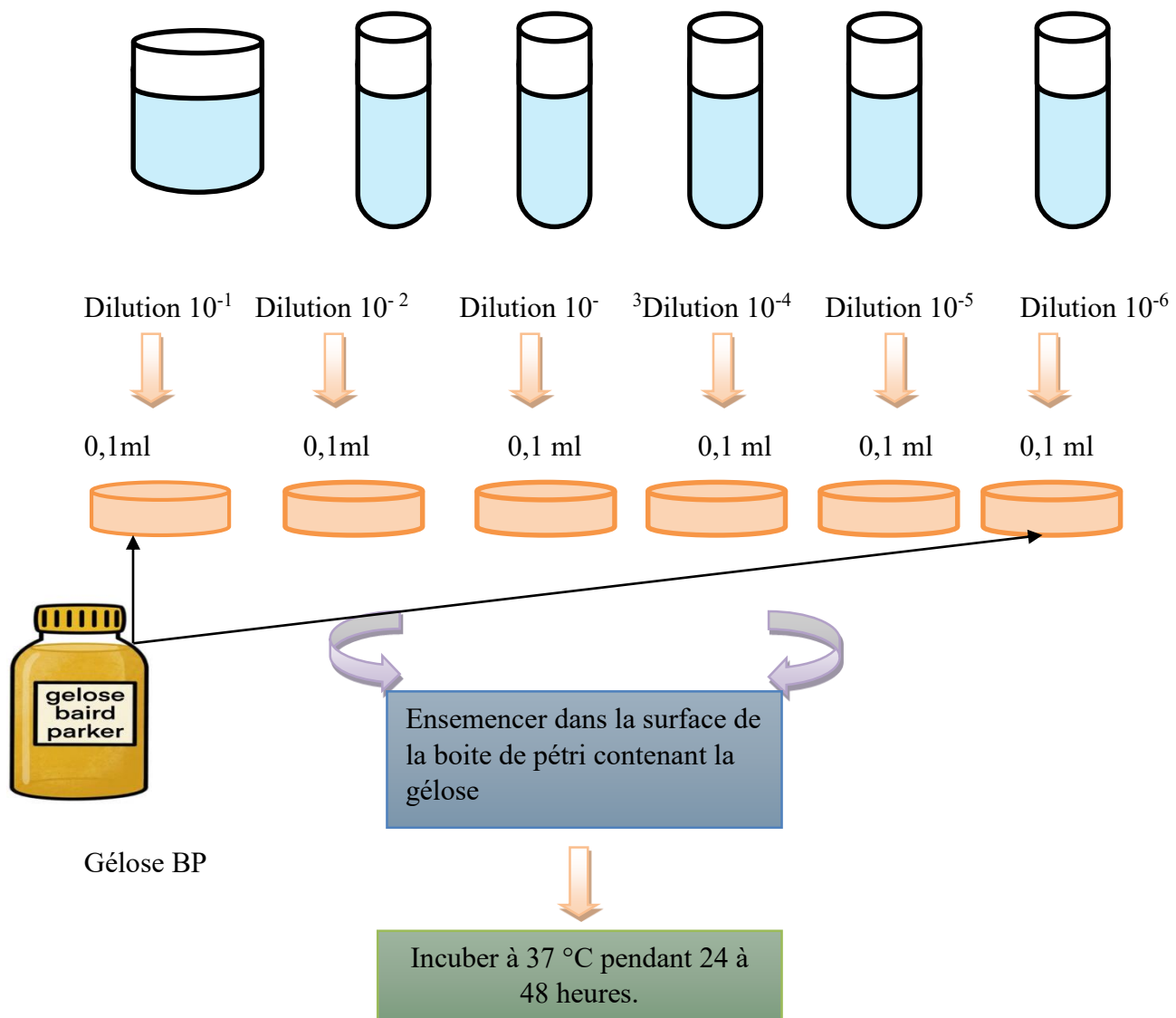


Figure N°15 : Dénombrement des *Staphylococcus aureus*. (ISO, 2021).

5.2.5 Recherche et identification des *Salmonella* spp.

La méthode de recherche des *Salmonella* repose sur plusieurs étapes successives comprenant le pré_enrichissement, l'enrichissement sélectif, l'isolement sur milieu sélectif puis l'identification biochimique. Cette démarche permet de favoriser la multiplication des bactéries potentiellement stressées tout en inhibant la flore d'accompagnement (OMS, 2016)

Technique :

Jour 1: pré-enrichissement

- ✓ Dans un premier temps, 25 g d'échantillon de merguez ont été prélevés aseptiquement puis introduits dans 225 ml d'eau peptonée tamponnée. Ce milieu de préenrichissement est utilisé afin de restaurer les cellules bactériennes éventuellement lésées lors des traitements technologiques ou des conditions de conservation. Le mélange a été homogénéisé soigneusement, incubé à 37 °C pendant 24 heures. Selon les travaux de **Edberg S. C. et al. (2000)**, cette phase de préenrichissement favorise la récupération des bactéries entériques avant leur isolement sélectif.

Jour 2 : Enrichissement

- ✓ Après incubation, deux milieux d'enrichissement sélectif ont été utilisés : le milieu SFB et le milieu Rappaport-Vassiliadis.
- ✓ Pour le milieu Rappaport, 0,1 ml de la solution de préenrichissement a été transféré aseptiquement dans un tube contenant le milieu, puis incubé à 44 °C pendant 24 heures. Cette température élevée favorise sélectivement la croissance des *Salmonella* tout en limitant le développement des autres *entérobactéries*.
- ✓ Concernant le milieu SFB, deux tubes ont été utilisés ; le contenu d'un tube a été transféré dans l'autre afin d'obtenir un seul tube de travail. Deux millilitres de la solution issue du préenrichissement ont ensuite été ajoutés, suivis de deux morceaux d'additif sélectif .

Incubation :

- ✓ Après homogénéisation, le tube a été incubé à 37 °C pendant 24 heures. L'utilisation de ce milieu permet l'enrichissement préférentiel des *Salmonella* grâce à la présence d'agents inhibiteurs limitant le développement des bactéries concurrentes.

Jour 3 : Isolement

- ✓ un isolement a été réalisé sur milieu Hektoen par la méthode des stries d'épuisement. Cette technique consiste à ensemer progressivement plusieurs zones de la boîte de Pétri afin d'obtenir des colonies isolées facilitant l'identification bactérienne. Les boîtes ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 heures. Le milieu Hektoen est un milieu sélectif et différentiel permettant la mise en évidence des colonies suspectes de *Salmonella* grâce à leurs caractéristiques morphologiques et biochimiques spécifiques.

✓ Test sur milieu TSI :

Lorsque des colonies suspectes étaient observées, une identification biochimique complémentaire a été réalisée à l'aide du milieu TSI (Triple SugarIron Agar). Une colonie isolée a été prélevée puis ensemencée par strie en surface et par piqûre au fond du tube à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Après incubation à 37 °C pendant 24 heures, les modifications observées au niveau du culot et de la pente du milieu ont permis d'orienter l'identification des différentes espèces de *Salmonella*, notamment *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi* ou d'autres espèces du genre. Cette identification repose sur plusieurs critères biochimiques tels que la fermentation des sucres, la production de gaz et la production éventuelle de sulfure d'hydrogène (H₂S) .

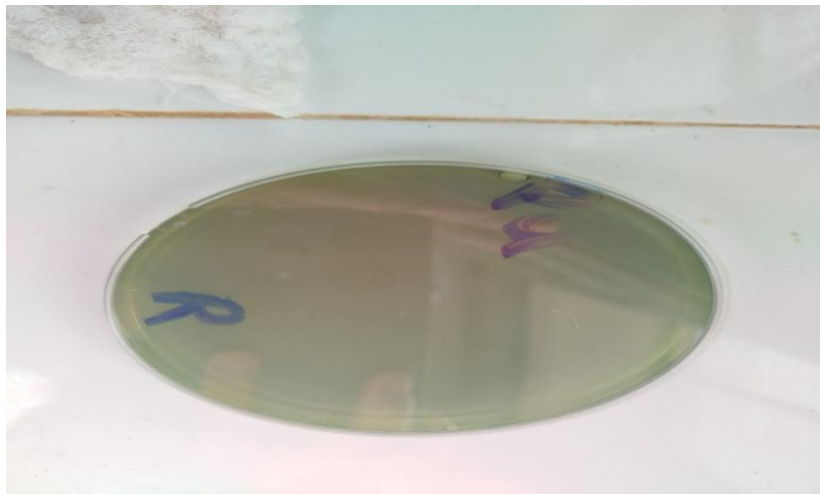


Figure N°16: Ensemencement sur le milieu Hektoen à partir du bouillon Rappaport (**photo originale**)



Figure N° 17 : Flacon d'eau peptonée tamponnée avec la merguez(**photo originale**)

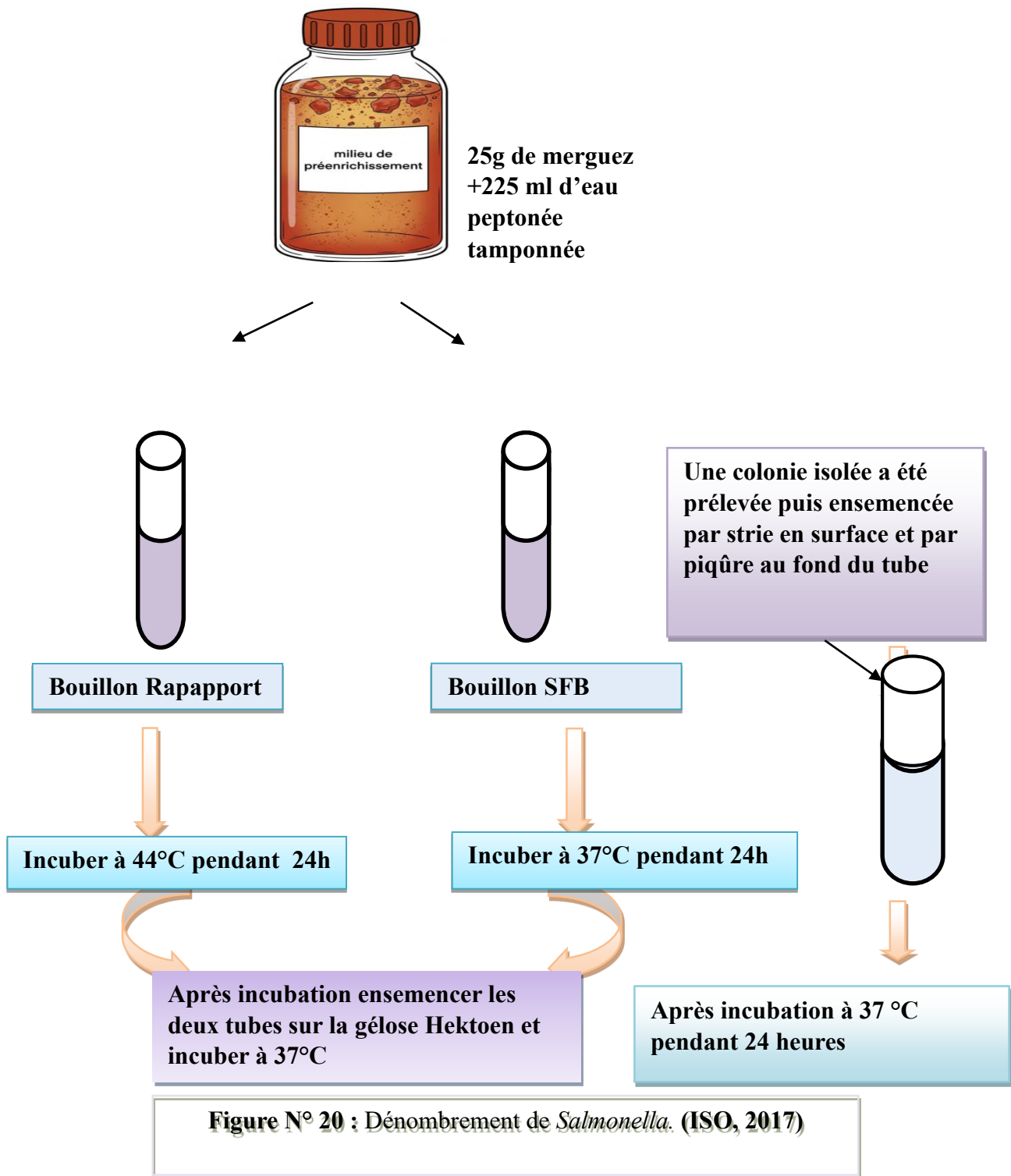


Figure N° 18 : Milieux SFB et Rappaport utilisés pour l'enrichissement bactérien (photo originale)



Figure N°19: Observation des résultats sur milieu TSI (photo originale)

- La figure suivante montre les différentes étapes du dénombrement des *Salmonella* :



➤ Expression des résultats

Pour qu'un résultat soit valable, retenir les boîtes contenant moins de **300** colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boîte renferme au moins **15** colonies(**ISO 7218**) .

Calculer le nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai, en tant que moyenne pondérée à partir de deux dilutions successives, à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{1.1 \times d}$$

$\sum C$: c'est la somme des colonies comptées deux boîtes de dilutions successives.

d: est la valeur de la première dilution retenue parmi les deux boîtes.

Matériel et méthodes

➤ Les critères microbiologiques de la Merguez

Tableau N°04: Critères microbiologiques de la Charcuteries crues à consommer cuites et de merguez (JORA 1998 et JORA,2017)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes / métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Charcuteries crues à consommer cuites	<i>Escherichia coli</i>	5	2	5.10^2	5.10^3
	<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	5	2	5.10^2	5.10^3
	<i>Anaérobies sulfite-réducteurs</i>	5	2	30	3.10^2
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	
	<i>Germes aérobies à 30 °C</i>	5	2	5.10^6	5.10^7
	<i>Coliformes fécaux</i>	5	2	10^2	10^3

- Les valeurs trouvées ont été comparées aux normes publiées dans le journal officiel de la république algérienne N° 35 page 12 (27 mai 1998) et N° 39 page 16 (2juillet 2017).

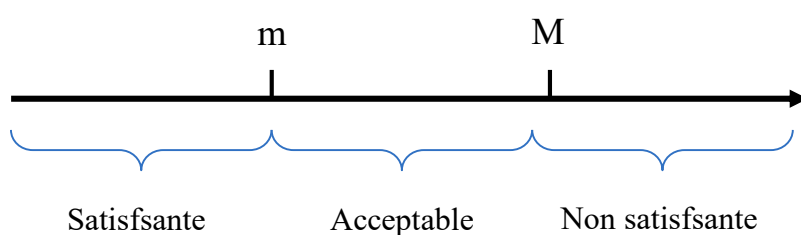
Matériel et méthodes

n: nombre d'unité constituant l'échantillon;

m: nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

M: nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable.

c: nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser $< m >$ tout en étant inférieur à $<< M >>$ sans que le lot ne soit rejeté.



➤ Interprétation des résultats des analyses microbiologiques :

L'interprétation est faite suivant un plan à trois classes (JORA, 2017)

L'interprétation des résultats s'effectue selon un plan à trois classes, dans le cas où la valeur $<< c >>$ est différente de zéro (0).

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

- si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant;
- si le résultat de l'analyse n'excède pas $<< M >>$ et si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat supérieur à « m » et compris entre « 1 » et « c », le résultat du critère microbiologique est acceptable;
- si le résultat de l'analyse excède $<< M >>$ ou si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat compris entre « m » et « M » est supérieur à « c », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant.

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et discussion

1. Résultats des analyses organoleptiques

L'analyse organoleptique constitue une étape cruciale dans l'évaluation de la qualité globale des produits carnés, car elle reflète directement la perception et l'acceptabilité par le consommateur. Ce chapitre est dédié à la présentation et à l'interprétation des résultats sensoriels obtenus pour les cinq (5) échantillons de merguez étudiés. À travers l'évaluation de descripteurs clés tels que la couleur, l'odeur, la texture, la flaveur et la jutosité, nous mettrons en évidence les similitudes, les divergences et les spécificités de chaque échantillon afin de déterminer leur profil sensoriel global (**Lawrie et Ledward, 2014**).

Afin de faciliter la lecture des résultats nous avons utilisé une échelle de cotation hédonique ou d'intensité (Scoring) où nous pouvons attribuer une note de **0 à 3** pour chaque paramètre (Aspect/Couleur, Odeur, Consistance) afin d'évaluer la conformité par rapport à la norme établie :

- **3 : Parfaitement conforme** (L'état correspond exactement ou de manière optimale aux critères de la norme).
- **2 : Satisfaisant / Légère déviation** (L'état est globalement conforme mais présente une nuance mineure).
- **1 : Limite de l'acceptabilité** (Proche de la non-conformité).
- **0 : Non conforme** (Altération évidente ou en dehors des critères).

Tableau N°05: Synthèse de la cotation numérique et évaluation de la conformité organoleptique des cinq prélèvements de Merguez.

Prélèvement	Type de Saucisse	Aspect visuel / Couleur (Note /3)	Odeur (Note /3)	Consistance (Note /3)	Score Global Moyen
P01	Viande	<i>2(Rouge rosé marbré vs rouge vif attendu)</i>	<i>3(Franche de viande fraîche)</i>	<i>3(Bien rempli, pas de poche d'air)</i>	2.67

Résultats et discussion

P02	Poulet	3 (Aspect brillant, rose clair)	3 (Absence de rance/acidité)	3 (Ferme et élastique)	3.00
P03	Dinde	1 (Rose foncé vs rose pâle/beige attendu)	3 (Fraîche, épicée)	3 (Souple mais résistante)	2.33
P04	Poulet	3 (Aspect brillant, rose clair)	3 (Absence de rance/acidité)	2 (Légèrement molle)	2.67
P05	Poulet	3 (Rose pâle homogène)	3 (Odeur normale)	3 (Fine, lisse, non granuleuse)	3.00

Selon les résultats du tableau ci-dessus, les scores obtenus montrent que l'ensemble des prélèvements possède une acceptabilité sensorielle globalement bonne, puisque tous les scores sont supérieurs à 2/3.

- **P02 et P05 (Saucisses de poulet)** : Ils affichent une conformité maximale (3/3). Tous les caractères organoleptiques respectent strictement les normes de fraîcheur, de couleur et de texture.
- **P01 (Viande) et P04 (Poulet)** : Ils présentent une qualité très satisfaisante (2.67/3). Pour P01, on note une légère variation d'aspect (aspect marbré), tandis que pour P04, c'est la consistance qui dévie légèrement en devenant "légèrement molle", ce qui peut arriver selon le process de poussage ou de formulation.
- **P03 (Saucisse de dinde)** : C'est l'échantillon qui enregistre le score le plus bas (2.33/3), impacté par un aspect visuel jugé "rose foncé" s'éloignant des critères standards (rose pâle à beige clair). L'odeur et la consistance restent néanmoins irréprochables.

Aspect visuel et Couleur : Globalement, la coloration des produits témoigne d'une bonne évolution de la couleur et de l'absence d'altérations majeures en surface. Par ailleurs, cet aspect apparaît comme le critère le plus discriminant. Les prélèvements N°01 et surtout N°03 présentent une baisse de

Résultats et discussion

note liée à une couleur différente de celle attendue. Chez le prélèvement N°01, la couleur est décrite comme rouge rosé marbré au lieu du rouge vif, tandis que chez le prélèvement N°03, la couleur rose foncé apparaît à la place du rose pale/beige. Cette différence peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'une part, la nature de la matière première influence fortement la couleur du produit. D'autre part, la proportion de gras, le degré de hachage, l'ajout d'épices, l'oxydation des pigments musculaires, ainsi que les conditions de stockage peuvent modifier l'apparence du produit. Ainsi la couleur moins conforme n'indique pas automatiquement une altération alimentaire, mais elle peut réduire l'acceptabilité commerciale du produit.(Triki *et al.*, 2018)

Odeur : Sur le plan olfactif, l'ensemble des prélèvements présentent des garanties de fraîcheur très satisfaisantes. On note une absence systématique d'odeurs de rancissement, d'acidité ou de notes ammoniaquées. Les profils évoluent d'une « odeur normale » à des notes « fraîches et épicées », caractéristiques des formulations d'assaisonnement propres à ces préparations artisanales ou industrielles.

Consistance et Texture : L'évaluation de la texture confirme un procédé d'embossage globalement maîtrisé. Les textures sont jugées « fermes et élastiques au toucher » (prélèvement N°02) ou « souples mais résistantes » (prélèvement N°03) sans aucun signe de poissage, ce qui valide la bonne tenue des protéines myofibrillaires lors du malaxage. De plus, le prélèvement N°01 se distingue par une mûlée bien remplie et exempte de poches d'air, limitant ainsi les risques d'oxydation interne et de développement de germes aérobies. En revanche, le prélèvement N°04 présente une texture molle. Ces observations peuvent être liées à plusieurs paramètres technologiques : rapport maigre/gras, quantité d'eau retenue, qualité d'embossage ou conditions de conservation(Lakehal *et al.*, 2019)

Dans l'ensemble, les résultats suggèrent que les merguez analysées présentent une bonne acceptabilité organoleptique. Néanmoins, l'évaluation sensorielle reste une méthode d'appréciation subjective et ne permet pas, à elle seule, de conclure sur la qualité hygiénique du produit. Elle doit donc être interprétée en complément des analyses microbiologiques et physicochimiques.

2. Résultats des analyses bactériologiques

Les résultats du contrôle microbiologique effectué pour évaluer la qualité bactériologique de chacun des 05 échantillons étudiés sont présentés dans les tableaux suivants (de 01 à 05).

Pour interpréter nos résultats microbiologiques, nous avons utilisé les normes du "Journal Officiel de la République Algérienne N° 39" pour la catégorie "Charcuteries crues à consommer cuites" (qui inclut les merguez).

Résultats et discussion

Tableau N°06 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°01

Germes recherches	Résultat	Interprétation
<i>Les germes aérobies à 30°C</i>	$1,06 \times 10^7/\text{g}$	Acceptable
<i>Les coliformes fécaux</i>	$6,3 \times 10^2/\text{g}$	Acceptable
<i>Escherichia coli</i>	$3.14 \times 10^2/\text{g}$	Satisfaisante
<i>Staphylococcus aureus</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	00/g	Satisfaisante
La qualité bactériologique de prélèvement	Acceptable	

Les résultats du **tableau N°06** indiquent des taux assez élevés des germes aérobies et des coliformes fécaux qui sont supérieurs aux seuils minimaux « m » sans dépasser les limites maximales « M » ce qui indique que la contamination de cet échantillon par ces germes est acceptable. En revanche, les taux des autres germes à savoir *E coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* sont inférieurs aux seuils minimaux « m » de chacun de ces critères, ce qui indique que la qualité de l'échantillon est satisfaisante par rapport à la présence de ces derniers germes.

Ces résultats nous permettent de conclure que la qualité de cet échantillon est acceptable et qu'il est plus ou moins propre à la consommation.

Résultats et discussion

Tableau N°07 Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°02

Germes recherché	Résultat	Interprétation
<i>Les germes aérobies à 30°C</i>	$11,3 \times 10^6/\text{g}$	Acceptable
<i>Les coliformes fécaux</i>	$10^2/\text{g}$	Satisfaisante
<i>Escherichia coli</i>	$1.2 \times 10^3/\text{g}$	Acceptable
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	00/g	Satisfaisante
La qualité bactériologique de prélèvement	Acceptable	

Selon les résultats du **tableau N°07**, nous constatons que le taux des germes aérobies et *d'E coli* sont élevés mais ne dépassant pas les limites des normes exigées par la réglementation Algérienne, ce qui indique que la contamination de cet échantillon par ces germes est acceptable.

En revanche, Pour les Coliformes fécaux la charge bactérienne est égale à la limite minimale et pour *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* aucun germe n'a été dénombré. Cela indique que la qualité de cet échantillon est satisfaisante par rapport à la contamination par ces germes.

De ce fait la qualité globale de cet échantillon est acceptable et reste plus ou moins propre à la consommation.

Résultats et discussion

Tableau N°08 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°03

Germes recherches	Résultat	Interprétation
<i>Les germes aérobies à 30°C</i>	$6 \times 10^7/\text{g}$	Non Satisfaisante
<i>Les coliformes fécaux</i>	$9,6 \times 10^3/\text{g}$	Non Satisfaisante
<i>Escherichia coli</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	00/g	Satisfaisante
La qualité bactériologique de prélèvement	Non Satisfaisante	

Les résultats mentionnés ci-dessus révèlent que les taux des bactéries aérobies totales ainsi que les *Coliformes fécaux* sont très élevés, dépassant les normes exigées par la réglementation algérienne ($5,10^6 \leq \text{GAMT} \leq 5,10^7$) et ($10^2 \leq \text{CF} \leq 10^3$) respectivement. Ce qui suggère que la contamination de cet échantillon par ces germes est non satisfaisante.

En revanche, les germes pathogènes *Escherichiacoli* sont totalement absents, tout comme les *Staphylococcus aureus* et les *Salmonelles*.

Ces résultats indiquent que la qualité globale de cet échantillon de Merguez est non satisfaisante et le rend impropre à la consommation.

Résultats et discussion

Tableau N°09 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°04

Germes recherches	Résultat	Interprétation
<i>Les germes aérobies à 30°C</i>	$1,7 \times 10^6/\text{g}$	Satisfaisante
<i>Les coliformes fécaux</i>	$10^2/\text{g}$	Satisfaisante
<i>Escherichia coli</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	00/g	Satisfaisante
La qualité bactériologique de prélèvement	Satisfaisante	

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que tous les germes dénombrés dans ce prélèvement présentent des valeurs respectant parfaitement les normes de la réglementation Algérienne. De ce fait sa contamination par ces germes est satisfaisante, ce qui indique que sa qualité est satisfaisante et que cet échantillon de merguez est propre à la consommation.

Résultats et discussion

Tableau N°10 : Les résultats du dénombrement microbiologique de l'échantillon N°05

Germes recherché	Résultat	Interprétation
<i>Les germes aérobies à 30°C</i>	$1,4 \times 10^6/\text{g}$	Satisfaisante
<i>Les coliformes fécaux</i>	$1,6 \times 10^4/\text{g}$	Non Satisfaisante
<i>Escherichia coli</i>	$9 \times 10^3/\text{g}$	Non Satisfaisante
<i>Staphylococcus Aureus</i>	00/g	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	00/g	Satisfaisante
La qualité bactériologique de prélèvement	Non Satisfaisante	

Selon les résultats de ce tableau, nous remarquons que les taux des coliformes fécaux et *E. coli* sont très élevés, dépassant les limites des normes exigées par la réglementation Algérienne, ce qui indique que la contamination de cet échantillon par ces germes est non satisfaisante.

Par ailleurs, les germes aérobies totaux présentent une charge inférieure à la limite minimale exigée par la réglementation Algérienne. Alors que, Pour *Staphylococcus aureus* aucun germe n'a été dénombré. ce qui indique que la qualité de cet échantillon est satisfaisante.

Ces résultats nous permettent de conclure que la qualité l'échantillon N° 5 de merguez est non satisfaisante et les rend impropre à la consommation.

Résultats et discussion

3. Fréquence des échantillons selon leur qualité bactériologique :

La répartition des échantillons en fonction de leur qualité bactériologique est présentée dans la figure ci-dessous.

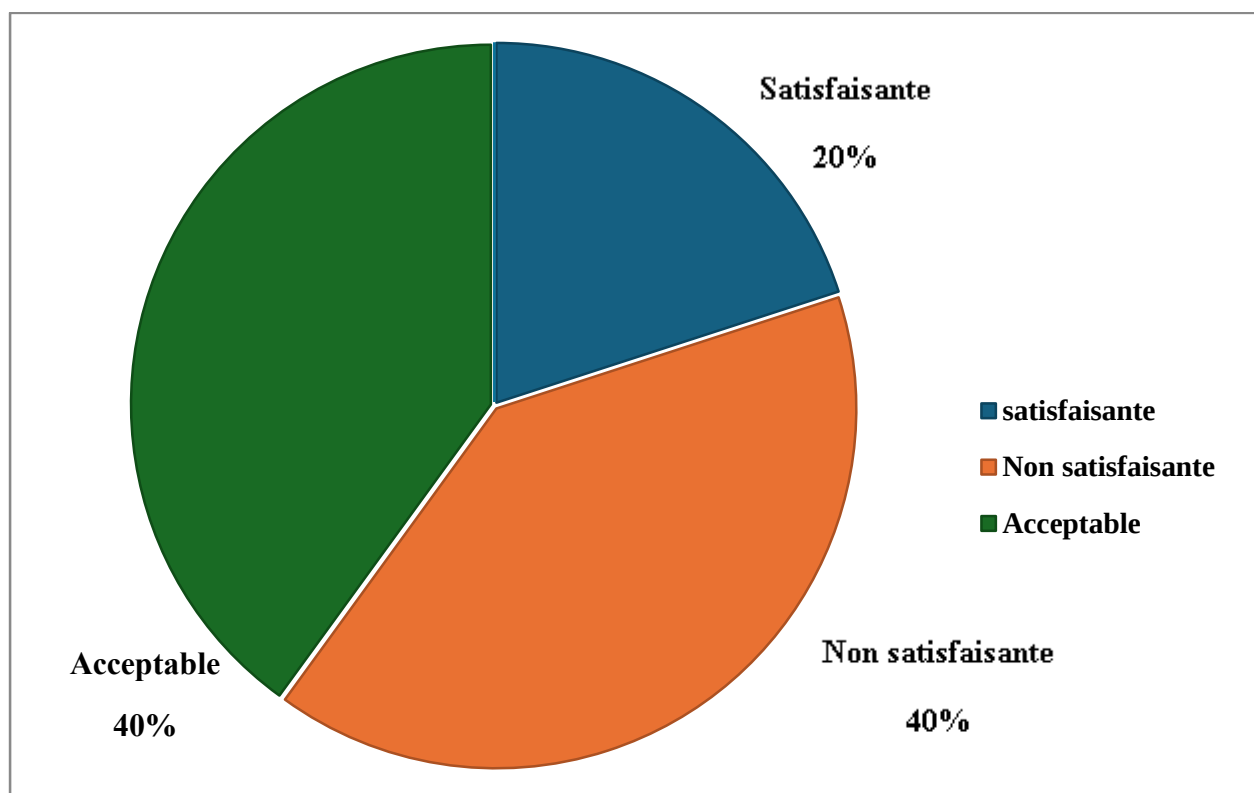


Figure N°21:Fréquence des échantillons selon leur qualité bactériologique

Les résultats de la figure ci-dessus montrent que seulement 20% des échantillons étudiés sont de qualité satisfaisante (1 échantillon sur 5), 40% sont de qualité acceptable et 40% sont de qualité non satisfaisante (correspondent à 2 échantillons sur 5 chacun) c'est-à-dire non conforme aux normes.

Ces résultats témoignent d'une négligence des règles d'hygiène au cours de la préparation de la merguez, telles que la température ou encore l'hygiène du personnel et du matériel utilisé. Ce qui favorise la multiplication des germes.

Satisfaisante

Ce taux de non-conformité élevé représente un risque potentiel pour la santé du consommateur et traduit des défaillances hygiéniques ou thermiques importantes.

La fabrication de la merguez repose sur le hachage de viandes de bœuf et d'ovin malaxées avec des épices (paprika, cumin) et embossées dans des boyaux naturels de mouton.

Résultats et discussion

Ce produit carné cru et très manipulé présente un risque élevé de contamination microbiologique. Les sources de contamination proviennent d'une charge initiale élevée de la matière première (liée à l'écorchage ou au parage en boucherie), d'un manque d'hygiène du personnel, de l'utilisation d'outils ou de hachoirs mal désinfectés, ainsi que d'une rupture de la chaîne du froid qui favorise la prolifération de germes comme la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), les coliformes fécaux ou des pathogènes tels que *Salmonella* et *Staphylococcus aureus* (Zucca *et al.*, 1996).

De plus, les hachoirs à viande et les ustensiles de découpe sont des sources importantes de contamination car ils ne sont généralement pas nettoyés à la fréquence recommandée (Ferreir *et al.*, 2012).

4. Fréquence des échantillons selon leur contamination par les différents germes :

4.1 Fréquence des échantillons selon leur contamination par *E.coli* et *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* :

Afin de classer les 05 échantillons analysés par rapport à leur contamination par les différents germes à savoir : *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*, nous avons calculé le pourcentage des échantillons en fonction de leur conformité ou non selon les flores incriminées.

Les résultats sont présentés dans la figure suivante.

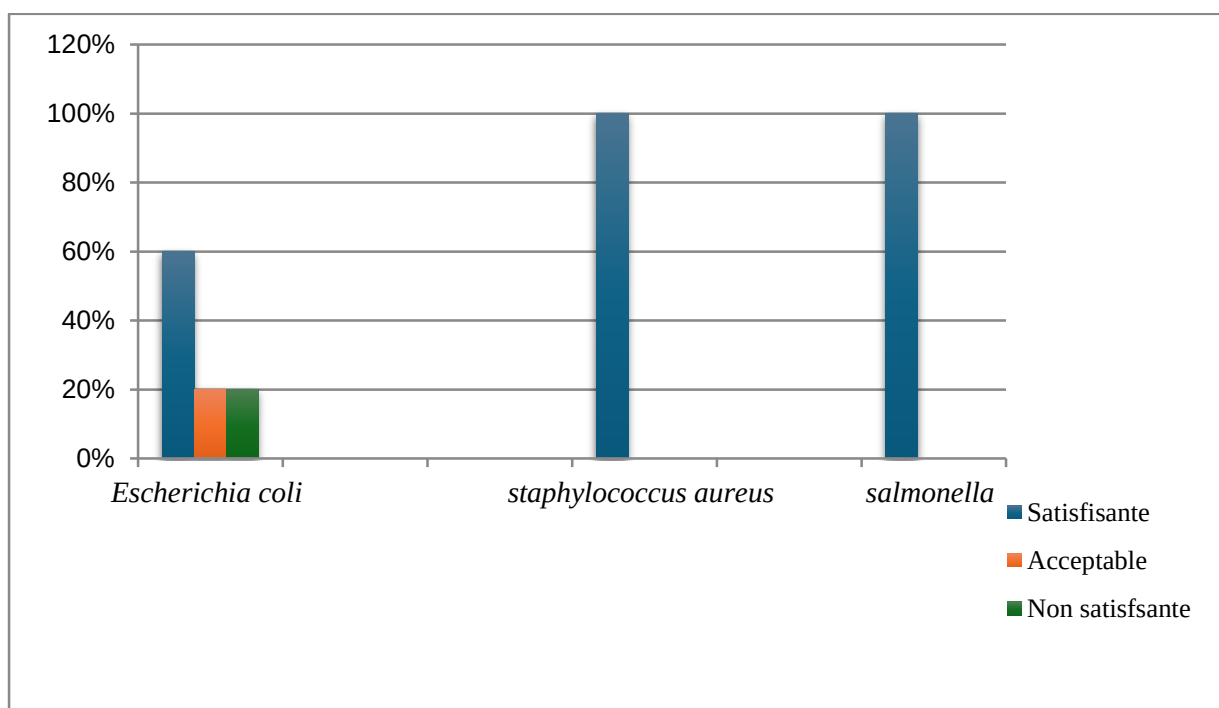


Figure N°22 : Fréquence des échantillons selon leur contamination par les différents germes .

Résultats et discussion

D'après la figure 22 Nous remarquons une absence totale de *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*) dans l'ensemble des échantillons analysés. Ce qui indique une qualité satisfaisante de tous nos échantillons pour ces germes.

Concernant *E. coli*, nous constatons que seulement 60% des échantillons étudiés présente une qualité satisfaisante alors que 20% sont de qualité acceptable et 20% sont de qualité non satisfaisante.

4.2 Fréquence des échantillons selon leur contamination par les GAMT, les coliformes fécaux :

Dans le but d'évaluer le niveau de contamination des 5 échantillons analysés, une répartition a été établie en déterminant les pourcentages de conformité et de non-conformité pour chaque prélèvement selon la présence des GAMT et des coliformes fécaux. Les résultats sont présentés dans la figure suivante.

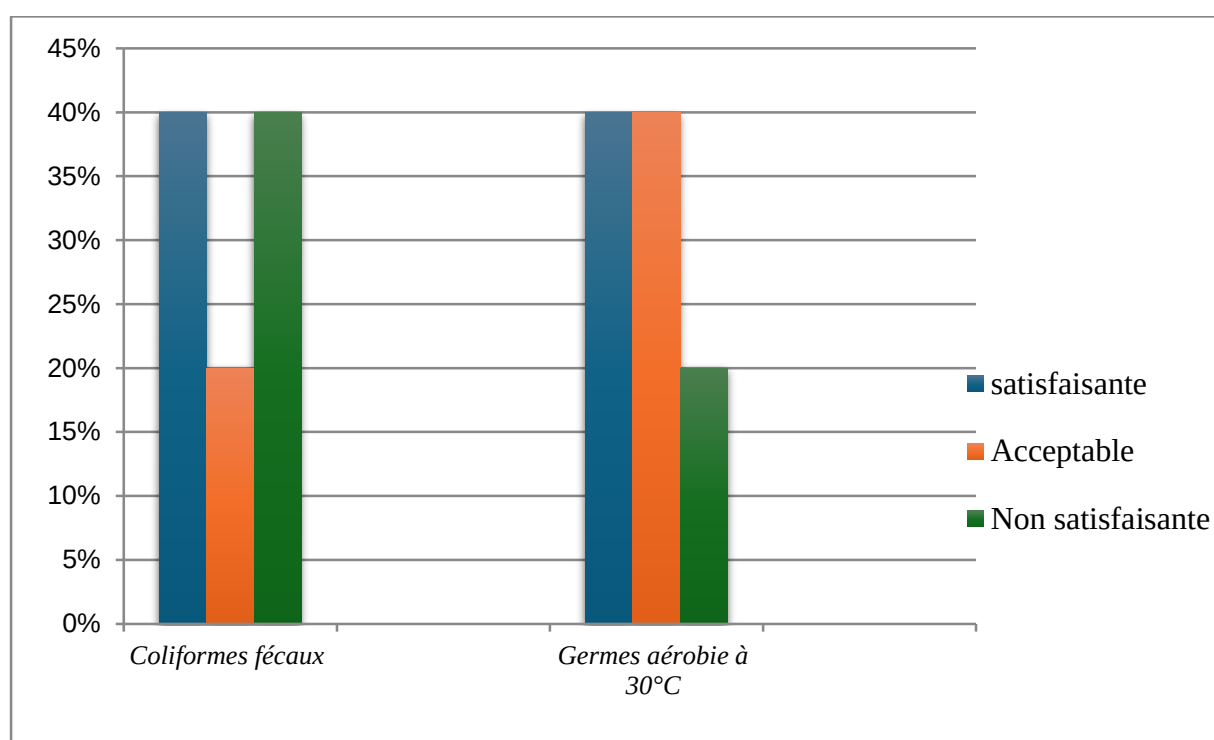


Figure N°23: Fréquence des échantillons selon leur contamination par les *Germes Aérobie à 30°C* et les *coliformes Fécaux*.

Les résultats de la figure N°23 montrent que:

- **les coliformes fécaux :** 40% des prélèvements affichent une qualité satisfaisante (correspondent à 2 échantillons sur 5), 20% de ces prélèvements affichent une qualité acceptable (correspondent à 1 seul échantillon sur 5), et 40% présentent une qualité non satisfaisante (correspondent à 2 échantillons sur 5).

Résultats et discussion

- **Les germes aérobie à 30 °C :** 40% des prélèvements affichent une qualité satisfaisante (correspondent à 2 échantillons sur 5), 40% de ces prélèvements affichent une qualité acceptable (correspondent à 2 échantillons sur 5) et 20 % présentent une qualité non satisfaisante (correspondent à 1 échantillon sur 5).

5.Discussion

La flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Les dénombrements de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) ont révélé une charge bactérienne moyenne de 5.65×10^6 UFC/g (6.75 log UFC/g). Cette valeur indique un niveau de contamination élevé au sein des prélèvements analysés. dans une étude au Brésil, la charge en FTAM rapportée était de l'ordre de 10^6 UFC/g (**Santa et al., 2012**). En revanche, nos résultats diffèrent de ceux obtenus par **Ben Hamza et Eshrek (2019)**, qui ont révélé une contamination plus élevée, avec des charges en FMAT atteignant $2,5 \times 10^8$ UFC/g dans les saucisses analysées.

Cette flore est considérée comme est un indicateur de la qualité globale et de la fraîcheur des saucisses. Sa valeur "très élevée" montre une rupture des bonnes pratiques d'hygiène, entraînant une prolifération importante des micro-organismes mésophiles durant la transformation.(**Bourgeois et Leveau, 1991**).

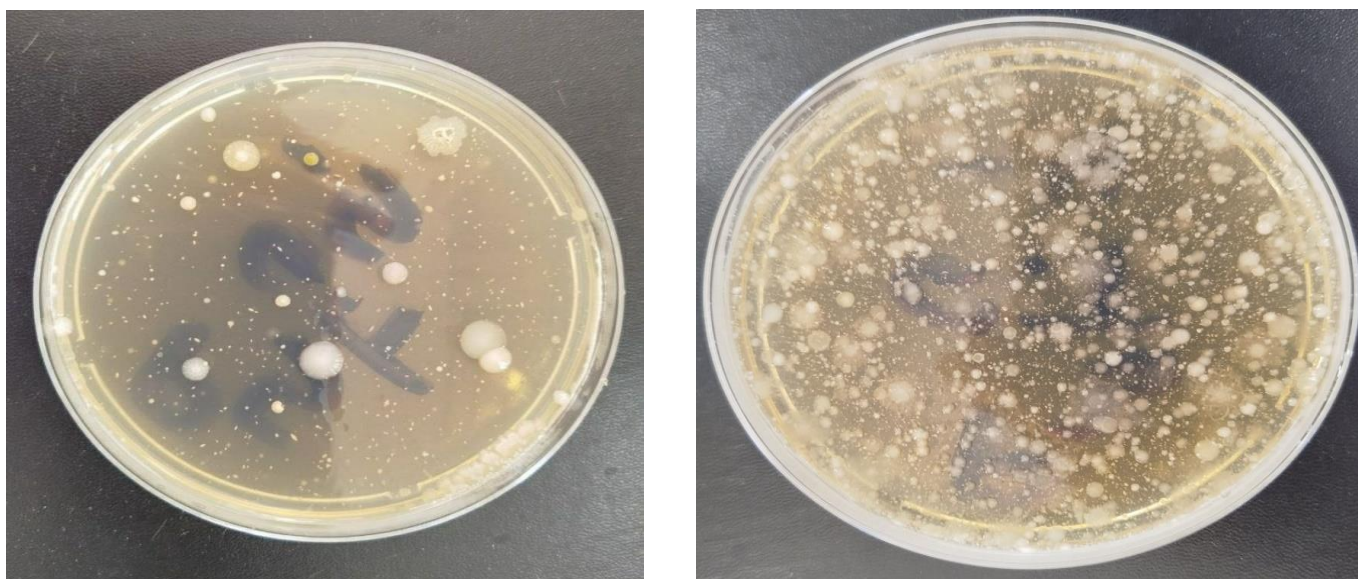


Figure N°24 :Aspect macroscopique des FMAT sur le milieu PCA (**photo originale**).

Les coliformes fécaux

Les analyses révèlent une contamination significative par les coliformes fécaux, avec une moyenne 9.91×10^2 UFC/g (3.00 log UFC/g). La présence de ces germes dans la viande témoigne d'une contamination d'origine fécale, directe ou indirecte, et constitue un indicateur fiable du niveau d'hygiène appliqué lors du traitement, ainsi que des conditions de conservation et de stockage (**Yalçın et al., 2001**).

Résultats et discussion

Nos résultats montrent une contamination importante des Merguez par les *coliformes thermotolérants*, traduisant une insuffisance des conditions hygiéniques durant les différentes étapes de préparation et de conservation. La présence de ces microorganismes peut être liée à plusieurs facteurs, notamment les manipulations répétées, le non-respect des règles d'hygiène, les mauvaises conditions de conservation et la rupture de la chaîne du froid. En effet, la chaîne de fabrication de la merguez étant complexe, chaque étape de production peut constituer une source potentielle de contamination microbiologique (Yalçin *et al.*, 2001).

La matière première peut notamment être contaminée lors du transport, du stockage ou encore au niveau des points de vente, particulièrement lorsque les produits sont exposés à l'air libre et conservés à température ambiante (Yalçin *et al.*, 2001).

Dans l'étude réalisée par Taghlit et Rekik (2016), les charges en *coliformes thermotolérants* rapportées étaient supérieures à celles obtenues dans notre étude. Ils ont enregistré la charge moyenne la plus élevée dans la commune de Bab El-Oued avec une valeur de $7,9 \times 10^4$ UFC/g, suivie par El-Harrach avec $6,4 \times 10^4$ UFC/g, puis Khemis El-Khechna avec $4,9 \times 10^4$ UFC/g. La valeur la plus faible a été observée dans la commune de Boumerdès avec $5,5 \times 10^3$ UFC/g.

La moyenne obtenue dans notre étude est également supérieure à celle rapportée par Abdelaziz (1996) en Égypte, qui a enregistré une charge moyenne en *coliformes fécaux* de l'ordre de $1,35 \times 10^3$ UFC/g. Cette différence pourrait être expliquée par les variations des conditions de production, de manipulation, de conservation et des pratiques d'hygiène appliquées lors de la préparation des produits carnés.

Par ailleurs, nos résultats restent inférieurs à ceux rapportés par El Allaoui *et al.*, (2012), qui ont observé une charge en *coliformes fécaux* de $3,57 \times 10^4$ UFC/g. Toutefois, nos valeurs restent supérieures à celles obtenues par Cohen *et al.*, (2006) dans des saucisses fraîches prélevées au niveau de restaurants de type fast-food à Casablanca, avec une contamination moyenne de l'ordre de $3,7 \log_{10}$ UFC/g. En revanche, Hamiroune et Foughalia (2017) ont enregistré des charges plus faibles en *coliformes fécaux*, estimées à $2 \log_{10}$ UFC/g.

Les variations observées entre les différentes études peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment les différences dans les conditions d'abattage, les procédés de fabrication, les modalités de transport et de stockage, ainsi que le niveau d'application des règles d'hygiène lors de la manipulation des

Résultats et discussion

produits. Ainsi, la présence des *coliformes thermotolérants* dans les Merguez constitue un indicateur de la qualité hygiénique du produit et souligne l'importance du respect des bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de production afin de limiter les risques de contamination microbiologique.

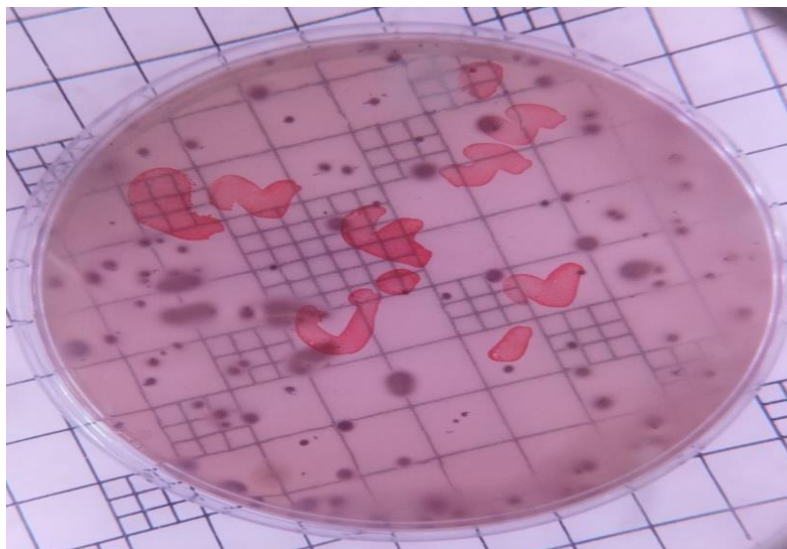


Figure N°25:Aspect macroscopique des coliforms fécaux (**photo originale**).

Escherichia coli :

L'analyse des fréquences d'évaluation de la conformité microbiologique révèle une situation variable. Concernant *Escherichia coli* au niveau des échantillons analysés. Contrairement aux paramètres *Staphylococcus aureus* et *Salmonella* qui affichent des taux de satisfaction absolus de 100 %, la répartition des charges bactériennes en *E. coli* met en évidence des lacunes sur le plan hygiénique où seulement 60 % de nos échantillons présentent une qualité satisfaisante et 20% des échantillons sont classés comme acceptables, 20% des échantillons révèlent une qualité non satisfaisante.

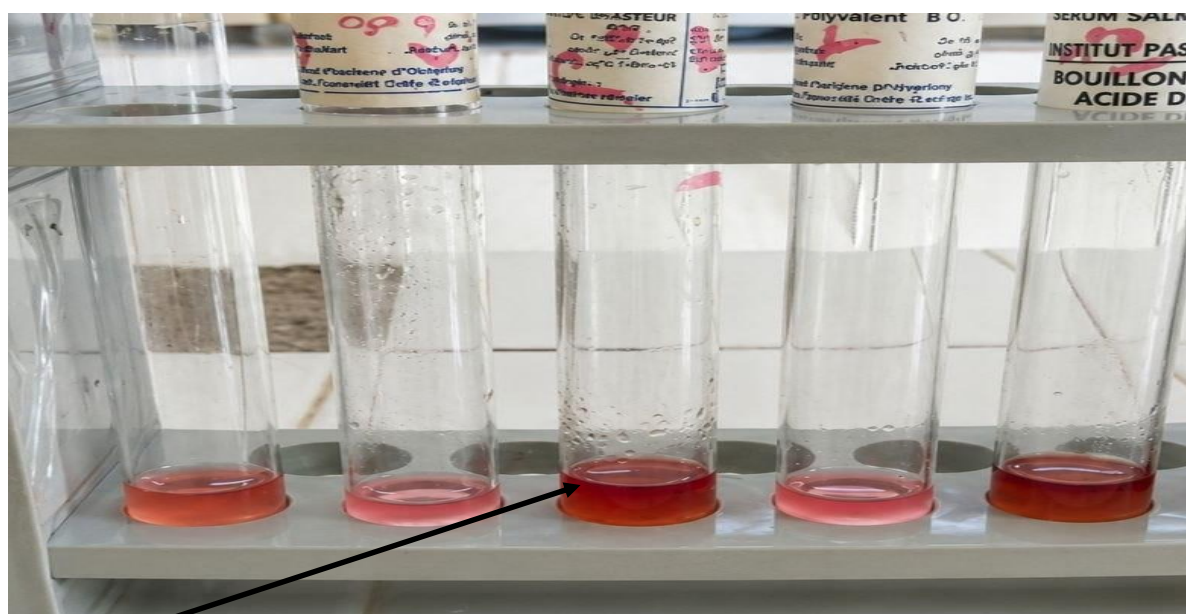
La recherche d'*Escherichia coli* dans notre étude a révélé une charge moyenne de $2,12 \times 10^3$ UFC/g, correspondant à 3,33 log UFC/g dans les échantillons de Merguez analysés. La présence de cette bactérie témoigne d'une contamination d'origine fécale et constitue un indicateur du niveau d'hygiène appliqué durant les différentes étapes de préparation, de manipulation et de conservation des produits carnés. Dans notre étude, une variation de la charge bactérienne a été observée entre les échantillons, avec une valeur particulièrement élevée dans le cinquième échantillon atteignant 9×10^3 UFC/g, ce qui traduit un niveau de contamination plus important par rapport à la moyenne enregistrée. Cette augmentation pourrait être liée à une contamination plus marquée de la matière première, à des manipulations répétées ou à des conditions de conservation moins favorables. La présence d'*E. coli* dans les Merguez peut être liée à plusieurs facteurs, notamment la contamination de la matière première lors de l'abattage et de l'éviscération des animaux,

Résultats et discussion

l'insuffisance de l'hygiène du personnel, ainsi que les mauvaises pratiques de manipulation au cours des différentes étapes de fabrication et de distribution. (Bell et Kyriakides, 1998).

En effet, *Escherichia coli* est largement utilisé comme indicateur de contamination fécale, car il est naturellement présent en grande quantité dans les matières fécales humaines et animales. Sa détection dans les aliments permet d'évaluer les conditions d'hygiène et de salubrité appliquées lors de la transformation alimentaire (l'utilisation de boyaux naturels insuffisamment nettoyés) et peut révéler un risque potentiel pour la santé des consommateurs (Bell et Kyriakides, 1998).

Conformément aux standards ISO, sa détection permet d'évaluer aussi le respect des normes de conservation des denrées alimentaires.



Présence
d'anneau
rouge

Figure N°26 :Résultats des tests Urée indole (photo originale).

Les ingrédients et les additifs peuvent être aussi à l'origine de la contamination des viandes transformées. (Zentar, 2017).

Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par Taghli et Rekik (2016), qui ont étudié 30 échantillons de merguez prélevés dans quatre communes (El-Harrach, Bab El-Oued, Khemis El-Khechna et Boumerdès). Leur étude a montré la présence d'*Escherichia coli* dans 30 % des échantillons analysés après confirmation par la galerie API 20E, indiquant une contamination d'origine fécale des produits étudiés.

Résultats et discussion

Salmonella : Dans notre étude Les *Salmonelles* (pathogènes) sont absentes dans les 5 échantillons de merguez.

La recherche des bactéries du genre *Salmonella* constitue une étape essentielle dans l'évaluation de la qualité microbiologique des aliments, notamment les produits carnés tels que les merguez. Les *Salmonella spp.* Appartiennent à la famille des entérobactéries et représentent l'un des principaux agents responsables des toxi-infections alimentaires collectives. Leur présence dans les denrées alimentaires traduit généralement une contamination d'origine fécale ou un défaut des conditions d'hygiène au cours de la transformation, du stockage ou de la commercialisation des aliments (ISO ; FDA, 2022).

Concernant la recherche de *Salmonella*, les résultats de notre étude ont montré la présence de souches de type *Salmonella* présentant un profil biochimique confirmé par le test TSI, mais ne correspondant pas aux caractéristiques des souches pathogènes responsables des salmonelloses humaines.

Ainsi, aucune *Salmonella spp.* pathogène n'a été détectée dans les échantillons de Merguez analysés.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par plusieurs études ayant également mis en évidence l'absence de *Salmonella* dans les produits carnés. En Dans le même sens, l'étude de **Hamiroune et al. (2017)** à M'Sila a montré une absence de *Salmonella* dans la merguez, résultat conforme aux normes microbiologiques algériennes., Par ailleurs, **Abbassi et al. (2012)** en Tunisie ont également rapporté l'absence totale de ce germe dans les échantillons étudiés.

Dans le même sens, l'étude de **Hamiroune et al., (2017)** à M'Sila a montré une absence de *Salmonella* dans la merguez, résultat conforme aux normes microbiologiques algériennes.

Cependant, ces résultats contrastent fortement avec ceux de **Elhag et al., (2014)** à Khartoum, qui ont rapporté un taux de contamination très élevé atteignant 97,5 % des échantillons analysés. D'autres travaux ont également confirmé la possibilité d'isolement de *Salmonella spp.* dans différents types de saucisses (**Abraham et al., 1998 ; Mattick et al., 2002 ; Özbey et al., 2007**).

Les variations observées entre les études peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment la charge initiale des animaux porteurs, les conditions d'hygiène au niveau des abattoirs, les pratiques de transformation, les contaminations croisées lors de la manipulation et de la commercialisation, (**Uyttendaele et al., 2006**).

Ainsi, bien que des souches de type *Salmonella* aient été détectées dans notre étude sans caractère pathogène confirmé, les résultats restent globalement satisfaisants et indiquent l'absence de *Salmonella* pathogène, ce qui suggère un niveau d'hygiène relativement maîtrisé dans les échantillons analysés.

Résultats et discussion

Ces résultats sont étroitement liés aux conditions d'hygiène mais aussi au non respect des bonnes pratiques de fabrication, d'Hygiènes relatives aux ateliers de transformations « Boucheries », également au non respect de la chaîne de froid.

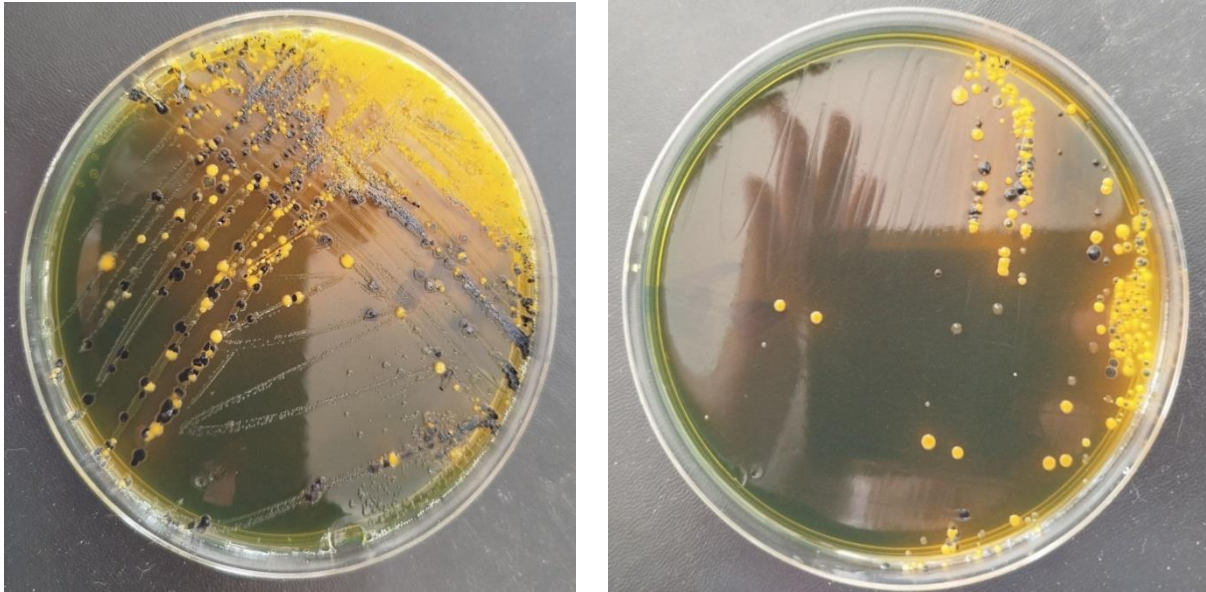


Figure N°27:la présence des *Salmonelles*(non pathogènes) (**photo originale**).



Figure N°28 : l'absence de *Salmonella spp* (pathogène) (**photo originale**)

Résultats et discussion

Staphylocoques aureus :

Dans notre étude l'ensemble des échantillons était conforme par rapport à la présence de ce germe.

Concernant les *staphylocoques*, les résultats de notre étude ont montré la présence de

Staphylocoques dans les échantillons de Merguez analysés, avec toute fois une absence de *Staphylococcus aureus* spécifiquement, indiquant l'absence de cette espèce pathogène dans les échantillons étudiés.

Cette observation diffère de certains travaux antérieurs ayant rapporté la présence de *Staphylococcus aureus* avec des charges variables. **Ahmed Lhadj et Amiri (2026)** ont rapporté une contamination par les *staphylocoques* dans des échantillons de saucisses prélevés à M'sila, avec une charge moyenne de $2,2 \log_{10}$ UFC/g. Cette valeur reste toutefois inférieure à celle rapportée par **El Allaoui et al., (2012)** dans la ville de Meknès, avec une moyenne de $4,38 \log_{10}$ UFC/g.

Nos résultats diffèrent également de ceux rapportés par **Tekali et Nahoui (2021)**, qui ont détecté la présence de *Staphylococcus aureus* dans les Merguez avec une charge moyenne de $1,4 \times 10^5$ UFC/g ($5,14 \log$ UFC/g).

Les différences observées entre notre étude et ces travaux peuvent être expliquées par la variation des conditions de fabrication, du niveau d'hygiène appliqué lors de la préparation, ainsi que des conditions de manipulation et de conservation. L'absence de *Staphylococcus aureus* dans nos échantillons, malgré la présence de *staphylocoques*, pourrait être liée à la diversité des espèces de *staphylocoques* présentes ou à l'absence de conditions favorables permettant la multiplication de cette espèce pathogène. En revanche, la présence de *Staphylococcus aureus* rapportée dans certaines études peut être due à une contamination provenant de l'animal ou du personnel manipulateur lors des différentes étapes de préparation et de manipulation. Cette bactérie constitue un indicateur de mauvaises pratiques hygiéniques et sa prolifération peut entraîner la production de toxines responsables d'intoxications alimentaires (**Dennai et al., 2001**).

D'après (**Salihu et al., 2010**), les *staphylocoques* à coagulase positive sont considérés comme des bactéries pathogènes et leur présence dans les aliments est due aux mauvaises conditions de manipulation pendant la préparation ainsi qu'à une mauvaise qualité hygiénique du matériel utilisé dans la chaîne alimentaire.

D'après (**Rane, 2011**) l'exposition de ces produits en contact avec la poussière et les mauvaises conditions hygiéniques de vente chez les vendeurs de rue favorisent leur contamination par des bactéries pathogènes.

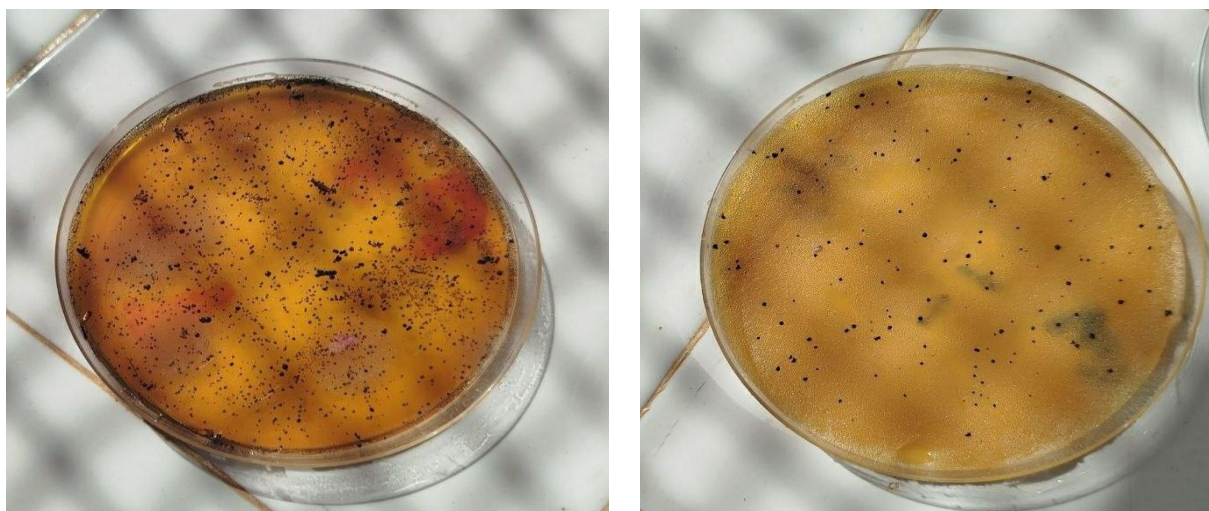


Figure N°29 : la présence des *Staphylococcus* à catalase négative (non pathogènes) (**photo originale**).

- Les résultats obtenus dans notre étude montrent que la qualité organoleptique et la qualité microbiologique des merguez ne sont pas toujours concordantes. Certains prélèvements ont présenté un aspect visuel, une odeur et une consistance jugés parfaitement conforme avec une note de 3/3 (prélèvements 02 et 05) alors que les analyses microbiologiques ont révélé une qualité acceptable pour le 03 et non satisfaisante pour le 05. Cette situation peut s'expliquer par le fait que la contamination microbienne peut survenir et atteindre des niveaux élevés avant l'apparition de signes organoleptiques perceptibles. En effet, les germes indicateurs d'hygiène ou certains germes pathogènes ne provoquent pas nécessairement, dans les premiers stades, de modifications nettes de l'odeur, de la couleur ou de la texture du produit. À l'inverse, certains défauts organoleptiques peuvent être liés à des facteurs technologiques ou physicochimiques, tels que la nature de la viande, la proportion de gras, l'oxydation des pigments ou la teneur en eau, sans que la charge microbienne dépasse obligatoirement les normes (prélèvement 04).

Ces observations montrent que l'examen organoleptique constitue un indicateur utile de l'acceptabilité apparente, mais qu'il ne permet pas à lui seul de conclure à la qualité hygiénique des merguez. L'évaluation de la qualité doit donc reposer sur l'association des critères sensoriels et des résultats microbiologiques (**Carballo, 2021**) .

CONCLUSION ET PRESPECTIVES

Conclusion

La majorité des produits de charcuterie consommés, notamment les merguez, peuvent contenir divers micro-organismes, dont certains présentent un potentiel pathogène important pour l'être humain. Il est donc essentiel, grâce à la microbiologie alimentaire, de contrôler leur présence et de limiter leur développement dans les aliments en vérifiant leur conformité aux critères microbiologiques établis. (**Zorpas et al., 2010**).

Le contrôle de qualité effectué, dans notre étude, sur les merguez prélevées au niveau des différents boucheries de la ville d'Ain Témouchent nous a permis de conclure que:

Sur le plan organoleptique, nos résultats indiquent une bonne acceptabilité globale (note moyenne 2,75/3) avec une légère déviation des paramètres couleur et consistance pour certains prélèvements (prélèvements 01, 03 et 04) qui peut s'expliquer par plusieurs facteurs. D'une part, la nature de la matière première influence fortement la couleur du produit. D'autre part, la proportion de gras, le degré de hachage, l'ajout d'épices, l'oxydation des pigments musculaires, ainsi que les conditions de stockage peuvent modifier l'apparence du produit. Ainsi la couleur moins conforme n'indique pas automatiquement une altération alimentaire, mais elle peut réduire l'acceptabilité commerciale du produit. (**Triki et al., 2018**)

Toute fois, cette analyse sensorielle confirme qu'une apparence "fraîche" peut être trompeuse et ne constitue en aucun cas une garantie de sécurité sanitaire. Des lors, elle reste une méthode d'appréciation subjective et ne permet pas, à elle seule, de conclure sur la qualité hygiénique du produit. Elle doit donc être interprétée en complément des analyses microbiologiques et physicochimiques.

Sur le plan microbiologique, l'analyse révèle une situation préoccupante pour certains prélèvements où seulement 20% sont de qualité satisfaisante, 40% sont de qualité acceptable et 40% de qualité non satisfaisante. Si l'absence de *Salmonella* pathogènes et de *Staphylococcus aureus* dans l'ensemble des échantillons est un point positif, la charge importante, constatée, des germes indicateurs de contamination fécale, notamment les coliformes thermotolérants et *Escherichia coli*, témoigne d'un manque de rigueur dans l'application des bonnes pratiques d'hygiène (**Pegg et Shahidi, 2000**).

La non-conformité constatée pour certains échantillons (notamment le prélèvement N°03 et N°05) souligne une rupture probable de la chaîne du froid, des manipulations inadéquates, un manque d'hygiène du personnel, l'utilisation d'outils ou de hachoirs mal désinfectés ou une charge initiale élevée de la matière première (liée à l'écorchage ou au parage en boucherie) ce qui favorise la prolifération de germes. (**Ferreir et al., 2012**).

Donc, si la qualité bactériologique de certains produits reste acceptable, elle demeure perfectible pour la majorité. Ces résultats confirment que la sécurité sanitaire des merguez repose sur une maîtrise stricte

Conclusion et perspectives

de la chaîne de production, de la sélection des matières premières jusqu'aux conditions de stockage et de distribution (**Hamiroune et al., 2017**).

Enfin, la portée de cette recherche est toutefois limitée par l'étroitesse de notre échantillonnage, une contrainte majeure imposée par le laboratoire d'accueil. Néanmoins, nos prélèvements restent représentatifs et pertinents grâce à la diversité et à l'éloignement géographique de leurs sources.

Recommandations et Perspectives

- ✓ Il est essentiel de respecter la date limite de conservation de la merguez afin de préserver ses qualités sanitaires et organoleptiques, tout en suivant les conditions de stockage recommandées.
- ✓ La température de conservation des denrées doit être contrôlée quotidiennement, et la durée d'entreposage doit être réduite au minimum afin de limiter les risques de développement microbien.
- ✓ Il est également nécessaire de renforcer les programmes de surveillance et de contrôle microbiologique, en incluant les matières premières, les étapes de fabrication ainsi que les conditions de conservation des produits finis
- ✓ Respect de la chaîne de froid. Le transport de matières premières qui servent à la préparation des Merguez doit être effectué par des véhicules isothermes ou réfrigérants.
- ✓ Une bonne séparation des produits au niveau des vitrines réfrigérées et des congélateurs.
- ✓ Formation en hygiène alimentaire de toutes les personnes chargées de la préparation et de la vente.
- ✓ Insister sur l'hygiène corporelle et vestimentaire des vendeurs.
- ✓ Port de gants pour éviter le contact direct entre les mains des vendeurs et les Merguez
- ✓ les merguez qui viennent d'être acheté doit être gardés jusqu'à sa cuisson par l'utilisateur sous régime du froid.
- ✓ Les résultats obtenus dans cette étude apportent des informations importantes, mais demeurent limités. Il serait donc recommandé d'étendre les investigations en augmentant le nombre d'échantillons étudiés, en élargissant la zone géographique d'échantillonnage et en prenant en compte les variations saisonnières. Par ailleurs, cette étude pourrait être approfondie par la réalisation d'analyses microbiologiques portant à la fois sur la matière première et sur le produit fini.

Références bibliographique :

- Abbassi, M. S., Kilani, H., Mansouri, R., Ben Salem, D., Jaouani, A., et Hammami, S. (2012). Résistance aux antimicrobiens des isolats de *Salmonella enterica* chez des poulets de chair sains et malades en Tunisie.
- Abdelaziz, M. (1996). Évaluation de la qualité microbiologique des produits avicoles et risques sanitaires.
- Abraham, A., Ares, J., et García, M. (1998). Prévalence des pathogènes d'origine alimentaire dans les produits avicoles.
- ADIV, 2006 ; Recommandations pratiques d'hygiène pour la fabrication du saucisson sec artisanal. Guide pratique. Ed. INRA-Theix 63122 St Genès Campanelle, 15 - 32 p
- Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A. W., Calder, A. J., Phelps, E. A., et Damasio, A. R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37(10), 1111-1117.
- Adzitey, F., Asiamah, S. H. et Agyei, B. (2015). A review of meat hygiene and its importance to food safety. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2(2), 29-34.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). (2020). Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua. Repéré à <https://ciqua.anses.fr/>.
- Ahmed Lhadj, M., et Amiri, S. (2026). Étude de la prévalence et du profil de résistance antibiotique des souches bactériennes isolées des viandes.
- ALIANE, A. (2016). Caractérisation physico-chimique, microbiologique et sensorielle d'un produit carné traditionnel (Merguez) commercialisé dans la région ouest algérienne (Thèse de doctorat en sciences). Université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbès.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5 (5e éd.). Arlington, VA : American Psychiatric Publishing.
- Arrêté interministériel du 15 juin 1997. Relatif aux conditions d'hygiène et de salubrité lors de la préparation, du transport, de la commercialisation et de la mise en vente des viandes et des produits à base de viande. *Journal Officiel de la République Algérienne*.
- Association française de normalisation (AFNOR). (2014). Analyse sensorielle , Méthodologie ,Directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel (Norme NF EN ISO 13299).
- Bell, C. (2002). *Foodborne Disease Handbook : Pathogens*. Boca Raton, FL : CRC Press, 450 pages.
- Bell, C., et Kyriakides, A. (1998). *Salmonella: A practical approach to the organism and its control in foods*.
- Ben Hamza, A., et Eshrek, M. (2019). Contamination microbiologique des denrées alimentaires d'origine animale.
- Benfiala, A. et Merghem, K. (2020). Analyse et maîtrise des risques microbiologiques dans la production des produits carnés. Paris, France : Éditions Universitaires Européennes, 120 pages.

- Benfiala, A. et Merghem, M. (2020). Évaluation de la qualité microbiologique de la viande hachée et de la merguez fraîches commercialisées dans la région de l'Est algérien. *Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires*, 8(3), 245-251.
- Benhalima, L. et Ghomari, S. M. (2018). Microbiological quality of merguez sausages sold in some regions of Algeria. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 5(3), 85-90.
- Benkerroum, N., Bouhlal, H., El Attar, A. et Marhaben, Z. (2002). Microbiological quality of merguez, a traditional Moroccan fresh sausage. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 22(4), 260-264.
- Bergdoll, M. S. et Bovee, K. W. (1997). *Staphylococcus aureus*. Dans M. P. Doyle, L. R. Beuchat et T. J. Montville (dir.), *Food Microbiology : Fundamentals and Frontiers* (p. 177-184). Washington, D.C. : ASM Press.
- Bonazzi, M., Lecuit, M. et Cossart, P. (2009). *Listeria monocytogenes* internalin and E-cadherin : from bench to bedside. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 1(6), a003087.
- Borch, E., Kant-Muermans, M. L. et Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 103-120.
- Bothe, C. (2018). *Wurstchen leicht gemacht : Technik, Rezepte, Genuss [Photographie]*. Königswinter, Allemagne : Edition HEEL Verlag.
- Bourgeois, C. M. et Leveau, J. Y. (1980). *Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Tome 3, Le contrôle microbiologique*. Paris, France : APRIA.
- Bourgeois, C. M., Mescle, J. F. et Zucca, J. (1996). *Microbiologie alimentaire : Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments*. Paris, France : Lavoisier Tec & Doc, 520 pages.
- Brenner, D. J., Krieg, N. R. et Staley, J. T. (dir.). (2005). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology : Volume 2, The Proteobacteria, Part B, The Gammaproteobacteria* (2e éd.). New York, NY : Springer.
- Carballo, J. (2021). Sausages: Nutrition, Safety, Processing and Quality Improvement. *Foods*, 10(4), 890. <https://doi.org/10.3390/foods1004089>
- CARTIER, P. (2007). Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Interbev*, (149).
- Centre d'information des viandes (CIV). (2004). *La maturation des viandes bovines : mécanismes biochimiques, facteurs de variation et impact sur la tendreté*. Paris, France : Note d'Information Technique du CIV, 1-12.
- Cerf, O. (2011). Les biofilms dans les équipements de transformation de la viande : Enjeux et maîtrise. *Revue des Industries Agroalimentaires*, 128(3), 45-52.
- Cheftel, H. (1977). *Influence de l'humidité relative sur la conservation des denrées périssables*. Paris, France : Éditions Techniques, 85 pages.
- CLINQUART, A., LEROY, B., DOTTEPPE, O., HORNICKE, J., DUFRASNE, I. et ISTASSE, L. (2000). Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu belge. Dans

L'élevage du Blanc Bleu Belge, Journée du Centre d'Excellence du Secteur agricole et son Management (CESAM), Mons, p. 19.

- Codex Alimentarius. (1995). Norme générale pour les additifs alimentaires (Codex Stan 192-1995). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la Santé.
- Codex Alimentarius. (1999). Code d'usages international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1-1969, Rév. 3-1997, Amend. 1999). Rome : Commission du Codex Alimentarius.
- Codex Alimentarius. (2003). Principes généraux d'hygiène alimentaire (Code d'usages international recommandé). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la Santé.
- Comi, G., Ercolini, D. et Iacumin, L. (2019). Meat fermentation : Cleaning up the microflora. *Current Opinion in Food Science*, 30, 32-39.
- CTCCV. (2016). Code des usages de la charcuterie, de la salaison et des conserves de viandes. Paris : Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des Conserves de Viandes.
- Cuq, J. L. (dir.). (2016). Biochimie alimentaire et technologies de conservation. Paris, France : Tec & Doc – Lavoisier.
- Dennaï, N., Benslimane, M. et Manseri, A. (2001a). Évaluation de la qualité hygiénique de la viande bovine dans l'abattoir de la ville de Tlemcen (Algérie). *Revue de Médecine Vétérinaire*, 152(1), 67-72.
- Dennai, N., Ghazi, A., et Yousfi, M. (2001b). Contamination bactérienne des carcasses bovines au niveau des abattoirs (Algérie).
- El Allaoui, A., Rhazi Filali, F., Derouich, A., Ameer, N., et Boulogair, A. (2012). Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolates from broiler chickens in Meknes, Morocco.
- Elhag, A. E., Tang, S. X., et Zou, X. T. (2014). Effect of probiotics on broiler performance and intestinal microbiota.
- Eslami, M., Khosravi, A., Rahimi, E. et Shakerian, A. (2017). Prevalence and antimicrobial resistance of bacterial indicators and pathogens isolated from raw and processed meat products. *Journal of Food Safety*, 37(4).
- Essid, I., Medini, M. et Hassouna, M. (2013). Technological and safety properties of lactic acid bacteria isolated from Tunisian traditional merguez. *African Journal of Biotechnology*, 12(18), 2451-2458.
- Estévez, M., Ventanas, S. et Cava, R. (2021). Protein oxidation in meat products : A review of its impact on quality and safety. *Meat Science*, 176, 108466.
- Estrade, M. (2002). La maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments en boucherie. Maisons-Alfort, France : Éditions du Point Vétérinaire, 210 pages.
- FAO. (2007). Titre du document. Rome : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

- FAO. (2011). Codex Alimentarius : Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande fraîche. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Feiner, G. (2006). Meat Products Handbook : Practical Science and Technology for the World Meat Industry. Cambridge, UK : Woodhead Publishing.
- Ferreira, V., Lara-Villoslada, F., Bellanova, M., et Sampaio, G. R. (2012). Microbiological quality and safety of fresh meat preparations and retail butcher hygiene practices. Food Control, 26(2), 432-438.
- Ferreira, V., Wiedmann, M., Teixeira, P., et Hogg, T. (2012). Salmonella contamination in poultry processing plants.
- Folirnaud, J. (1982). Risques de contamination des surfaces de travail dans les ateliers de transformation. Revue Technique des Industries Carnées, 21(4), 12-18.
- Food Standards Agency (FSA). (2010). GHP/HACCP Guidance Notes : Microbial criteria for retail foods and raw meat preparations. London, UK : Food Standards Agency Publications.
- Gagaoua, M. et Boudechicha, H. R. (2018). Ethnic meat products of the North African and Mediterranean countries : An overview. Journal of Ethnic Foods, 5(2), 83-98.
- Gautier, M., Dupont, L. et Martin, P. (2003). Le portage humain et les risques microbiologiques dans l'industrie agroalimentaire. Journal de Microbiologie Appliquée, 15(2), 110-125.
- Ghafir, Y., China, B., Dierick, K., De Zutter, L. et Daube, G. (2008). Baseline survey of the contamination of beef carcasses, minced beef and beef burgers by Escherichia coli in Belgium. Journal of Food Protection, 71(1), 112-119.
- GIRARD, J., DENOYER, C. et MAILLARD, T. (1988). Le Hachage grossier, la restructuration des pâtes fines. Dans Technologie de la viande et des produits carnés (pp. 215–224). Paris : Éditions Tec & Doc Lavoisier.
- Girard, J.-P. (1992). Technologie des viandes et des produits carnés. Paris, France : Éditions Tec & Doc.
- Girard, J.-P. (1993). Technologie de la viande et des produits carnés. Paris, France : Éditions Tec & Doc Lavoisier.
- Girard, J.-P. (1998). Technologie des viandes et des produits carnés (2e éd.). Paris, France : Éditions Tec & Doc.
- Google. (2026). Carte des sites de prélèvement des saucisses, Aïn Témouchent [Carte]. Google Maps. Récupéré le 26 juin 2026 sur <https://www.google.com/maps>
- Gueroui, Y. (2018). Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité (Polycopié de cours, Master Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire, p. 17). Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie.
- Guiraud, J. P. (2012). Microbiologie alimentaire. Paris, France : Dunod, 656 pages.
- Haghebaert, S., Jourdan-da Silva, N., Le Hello, S., et Weill, F. X. (2019). Les toxi-infections alimentaires collectives en France : Bilan des déclarations et focus sur les principaux pathogènes (*Salmonella*,

Staphylococcus aureus, *Clostridium perfringens*). Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire (BEH), Santé Publique France.

- Hamiroune, M., Berber, A., et Boubekour, S. (2017b). Epidemiological study on Salmonella contamination in broiler farms in Algeria.
- Hamiroune, M., et Foughalia, A. (2017c). Qualité hygiénique et sanitaire de la viande de volaille et impact sur la santé publique.
- Hamiroune, M., Saidani, K., Reguia, N., Belarbi, H. S., Foughalia, A., et Berber, A. (2017a). Microbiological quality of Merguez in some retailing meat shops in the region of M'Sila (Algeria). African Journal of Microbiology Research, 11(6), 211-217. <https://doi.org/10.5897>
- Heinz, G. et Hautzinger, P. (2007). Meat processing technology for small- to medium-scale producers. Bangkok : FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science, 78(1-2), 68-76.
- ICMFS. (2011). Microorganisms in Foods 8 : Use of Data in Assessing Process Control and Product Acceptance. New York : Springer Science & Business Media.
- ICMSF. (2005). Microorganisms in Foods 6 : Microbial Ecology of Food Commodities. New York : Springer.
- ISO ; FDA. (2022). Microbiology of the food chain , Horizontal method for the detection and enumeration of pathogens / Bacteriological Analytical Manual.
- ISO 7218 :2007/Amd 1 :2013. Microbiologie des aliments — Exigences générales et recommandations pour les analyses microbiologiques. Genève : Organisation internationale de normalisation.
- Jay, J. M., Loessner, M. J. et Golden, D. A. (2005). Modern Food Microbiology (7e éd.). New York : Springer Science & Business Media.
- JORA. (1998a). Décret exécutif n° 98-46 du 1er février 1998 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. Journal officiel de la République algérienne, (6), 11-15.
- JORA. (1998b). Décret exécutif n° 98-46 du 1er février 1998 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires. Journal Officiel de la République Algérienne, (8), 7-12.
- JORADP. (1997). Arrêté interministériel du 15 Rabi' Al Awal 1418 correspondant au 21 juillet 1997 relatif aux conditions de préparation et de commercialisation de la merguez. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, (71).
- JORADP. (2017). Arrêté interministériel du 8 Chaoual 1438 correspondant au 2 juillet 2017 fixant les spécifications techniques et les règles de conformité des produits carnés. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, (57).
- Jouve, J. L. (dir.). (1996). La qualité microbiologique des aliments : Maîtrise et critères (2e éd.). Paris, France : Polytechnica.

- Khelif, L., Benhamou, A. et Saadi, R. (2010). Étude sur les germes pathogènes d'origine humaine en milieu industriel. *Journal de Microbiologie*, 22(1), 30-38.
- Khelil, M. (2018). Toxication alimentaire ,l'autre danger de l'été. *Journal le jour d'Algérie* n°4551 ,(3).
- Laboratoire d'Hygiène et d'études Microbiologiques. (2005). Rapport sur la surveillance sanitaire des produits carnés Graphique de résultats.
- Leroy, F. et De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67-78.
- Leyral, G. et Vierling, E. (1997). *Microbiologie et toxicologie des aliments*. Bordeaux, France : CRDP d'Aquitaine / Éditions Doin.
- Lingbeck, J. M., Cordero, P., O'Bryan, C. A., Johnson, M. G., Ricke, S. C. et Crandall, P. G. (2014). Functionality of liquid smoke as an all-natural antimicrobial in food preservation. *Meat Science*, 97(2), 197-206.
- Lubber, P. (2009). La contamination croisée lors de la manipulation des viandes. *International Journal of Food Microbiology*, 134(1-2), 1-10.
- Mattick, K. L., Jørgensen, F., Wang, P., Pound, V., Vandeven, M. H., Ward, L. R., et Humphrey, T. J. (2002). Effect of temperature and water activity on the survival of *Salmonella enterica* on surfaces.
- McEvoy, J. M., Doherty, A. M., Sheridan, J. J. et Blair, I. S. (2004). The prevalence of *E. coli* O157:H7 in beef. *Letters in Applied Microbiology*, 38(1), 18-23.
- McKee, L. H. (1995). *Microbial Contamination Control in the Food Industry*. Boca Raton, FL : CRC Press, 280 pages.
- Mesle, J. F. et Zucca, J. (1988). *Techniques de hachage et maîtrise de l'oxygénation*. Lyon, France : Éditions Agro, 140 pages.
- Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière. (2023). Rapport annuel sur les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) en Algérie. Alger : MS-PRH.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2024). Bilan annuel de la production et de la consommation des produits carnés en Algérie. Alger : MADR.
- MONIN, P. (1991). La saveur de la viande et des produits carnés : Déterminants biochimiques et technologiques. *INRA Productions Animales*, 4(3), 203-214.
- Murgia, M. Ribera., A. Almerina., M. Biazzi, E et Marzouk, B. (2015). Prevalence, antibiotic resistance, and biofilm formation of *Salmonella enterica* isolated from traditional Moroccan merguez sausages. *Journal of Food Protection*, 78(8), 1452–1459.
- Nasri, M., Abed, H., et Rouag, N. (2022). Antimicrobial Activity of Garlic (*Allium sativum* L.) in the Preservation of Merguez, a Traditional Algerian Sausage. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 10(4), 613-620.

- Ockerman, H. W. et Basu, L. (2014). Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Boca Raton, FL : CRC Press, 400 pages.
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2005). Microbiologie des aliments Méthode horizontale pour le dénombrement d'*Escherichia coli* présumés .Technique du nombre le plus probable (Norme ISO 7251:2005).
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2006). Microbiologie des aliments Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes .Technique par comptage des colonies (Norme ISO 4832:2006).
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2013). Microbiologie de la chaîne alimentaire Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes —.Partie 1: Dénombrement des colonies à 30 °C par la technique d'encensement en profondeur (Norme ISO 4833-1:2013).
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2017). Microbiologie de la chaîne alimentaire . Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des *Salmonella* Partie 1: Recherche des *Salmonella* spp. (Norme ISO 6579-1:2017).
- Organisation internationale de normalisation (ISO). (2021). Microbiologie de la chaîne alimentaire .Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) .Partie 1: Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker (Norme ISO 6888-1:2021).
- Organisation internationale de normalisation. (2007). Microbiologie des aliments — Exigences générales et recommandations pour les examens microbiologiques (Norme ISO 7218:2007, amendée en 2013).
- Organisation mondiale de la Santé (2016). Global Strategy for Food Safety : Safer food for better health. Genève : World Health Organization.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2018). Estimations des conséquences mondiales des maladies d'origine alimentaire : Rapport du groupe de référence sur l'épidémiologie des fardeaux des maladies d'origine alimentaire. Genève .
- Organisation mondiale de la Santé. (2026). Maladies d'origine alimentaire. <https://www.who.int/fr/health-topics/foodborne-diseases>
- Ouali, K., Meddah, B. et Sonnet, P. (2018). Évaluation de la qualité microbiologique et des procédés de fabrication de la merguez traditionnelle [Photographie]. *Nature & Technologie*, 10(02), 45-53.
- Özbey, G., Ertas, H. B., et Muz, A. (2007). Isolation and identification of *Salmonella* spp. from broiler chicken carcasses by PCR.
- Pegg, R. B., et Shahidi, F. (2000). Nitrite curing of meat: The production and chemical composition of cured meat products. Food & Nutrition Press.
- Rane, S. (2011). Street vended food in developing world: hazard analyses.
- Ranken, M. D. (2000). Handbook of Meat Product Technology. Oxford, UK : Blackwell Science.

- Raonivalo, J. A. (2008). Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des viandes bovines fraîches commercialisées dans la commune urbaine de Mahajanga (Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire). Université d'Antananarivo, Madagascar.
- Ray, B. et Bhunia, A. (2013). *Fundamental Food Microbiology* (5e éd.). Boca Raton, FL : CRC Press.
- Romans, J. R., Costello, W. J., Carlson, C. W., Greaser, M. L. et Jones, K. W. (2001). *The Meat We Eat* (14e éd.). Danville, IL : Interstate Publishers, Inc.
- ROSSET, R. (1982). Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande : les intoxications alimentaires. Dans *Hygiène et technologie de la viande fraîche* (pp. 141–153). Paris : Éditions CNRS.
- Rozier, J., Carlier, V. et Plef, R. (1986). *La contamination des viandes : Aspects physiologiques et bactériologiques*. Paris, France : INRA, 280 pages.
- Salihu, M. D., Junaidu, A. U., Oboegbulem, S. I., et Egwu, G. O. (2010). Prevalence of *Campylobacter* species in broiler chickens in Sokoto, Nigeria.
- Santana, J. A., Almeida, R. C., et Guimarães, A. G. (2012). Microbiological quality of whole and cut raw chicken in Brazil.
- Savic, Z. et Seydi, M. (1974). *Technologie de la viande : manuel pratique pour les pays en voie de développement*. Rome, Italie : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
- Seydi, M. et Tari, A. (2007a). Gestion des ressources humaines et hygiène dans les 5M. *Revue de la Qualité en Agroalimentaire*, 5(2), 88-95.
- Seydi, M. et Tari, A. (2007b). *Guide des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande*. Paris, France : Éditions Médicales Internationales.
- Seydi, M. et Tari, A. (2007c). Microbiological quality of merguez sausages produced in Algeria. *Journal of Food Engineering and Technology*, 2(1), 12-18.
- Shiningeni, T. R. et Mapiye, C. (2019). Microbiological quality of processed meat products : A review of potential risks and control measures. *Journal of Food Protection*, 82(5), 780–792.
- Smith, A. M., Tau, N. P., Smouse, S. L., Allam, M., Ismail, A., Ramalwa, N. R., et Thomas, J. (2019). Outbreak of *Listeria monocytogenes* in South Africa, 2017–2018 : laboratory activities and experiences associated with whole-genome sequencing analysis of isolates. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(7), 524-530.
- Souad, B., Amina, M., Khaled, H. et Radhia, B. (2021). Évaluation de la qualité microbiologique des produits carnés hachés commercialisés : Intérêt des entérobactéries comme indicateurs d'hygiène. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(3), 445-451.
- Sun, X., Wang, X., Wang, Q. et Zhang, Y. (2024). Recent advances in the application of natural preservatives in meat products to extend shelf life and ensure safety. *Food Chemistry*, 430, 137000.

- Sutra, G., Poumeyrol, M. et Corde, O. (1998a). Critères microbiologiques des viandes et des produits carnés : signification et interprétation des résultats analytiques. Bulletin du CNEVA, (24), 45-58.
- Sutra, J. M., Marin, I. et Rivoal, K. (1998b). Détection de Salmonella dans les produits carnés. Revue de Médecine Vétérinaire, 149(4), 319-326.
- Taghli, S., et Rekik, B. (2016). Évaluation des risques microbiologiques liés à la consommation de viande de volaille.
- Tekali, K., et Nahoui, S. (2021). Analyse microbiologique et prévalence des agents pathogènes dans la filière avicole.
- Toldrá, F. (2010a). Manuel de microbiologie et altérations des produits carnés. New York : Springer.
- Toldrá, F. (2010b). Courbes d'altération microbiologique et ramollissement de la texture [Figure]. New York : Springer.
- Toldrá, F. (2010c). Handbook of Meat Processing. Ames, IA : Wiley-Blackwell.
- Trzaskowska, M., Kolożyn-Krajewska, D. et Wojciak, K. (2014). Microbiological quality of traditional dry-cured sausages produced in Poland. Journal of Food Safety, 34(4), 312-320.
- Union européenne. (2011). Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires. Journal officiel de l'Union européenne, L 304, 18-63.
- Uyttendaele, M., Ribeiro, P., et Debevere, J. (2006). Validation of a method for detection of Campylobacter jejuni and Campylobacter coli in poultry.
- WHO. (2023). Global report on antimicrobial resistance in food systems. Genève : World Health Organization.
- Wijnker, J., Koop, G. et Lipman, L. (2006). Microbiologie des boyaux naturels utilisés dans la charcuterie. Meat Science, 73(2), 245-255.
- Yalçın, S., Özkan, S., Türkmüt, L., et Siegel, P. B. (2001). Responses to heat stress in commercial broiler stocks.
- Zentar, H. (2017). Contribution à l'étude du profil épidémiologique des infections bactériennes chez les volailles.
- Zhu, Y., Wang, W., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., Zhang, R., Cai, D., et Chen, L. (2024). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. Frontiers in Nutrition, 9, Article 1078201.
- Zorpas, A. A., Kapetanios, E., Zorpas, G. A., Karlis, P., Vlyssides, A., Haralambous, K. J., et Loizidou, M. (2010). Microbiological criteria and quality assessment of ready-to-eat meat products and charcuterie in the retail market. Food Control, 21(12), 1601-1607.
- Zucca, J., Monnet, D., et Lemeilleur, A. (1996). Étude de la contamination des viandes de volailles.