

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



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

Evaluation de la contamination microbienne de certains produits de charcuterie crue à consommer après cuisson

Présenté Par :

- 1) Melle. ABDELHADI Bouchra
- 2) Melle. AHMED SEDDIK Nassima Aicha

Devant le jury composé de :

Dr. BELHADJ S	MCA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Présidente
Dr. BOUAZZA FZ	MCB	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examinatrice
Pr. ZIANE M	Prof.	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail malgré toutes les difficultés.

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements à notre encadreur Prof. ZIANE Mohammed, professeur au département de Biologie, Université de Ain Témouchent, pour nous avoir encadré et dirigé ce travail ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et ses critiques constructives, son soutien et sa confiance, ses efforts et sa patience lors de la correction de manuscrit ainsi que sa gentillesse, son amabilité lui ont valu le respect et sa sympathie avec tous les étudiants.

Nos remerciements sont adressés aux membres de jury, DR BELHADJ DJELLOUL & Dr BOUAZZA MAAROUF FZ, Maître de conférences classe A, au département de Biologie, Université de Ain Témouchent qui ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail

Je n'oublie pas de remercier nos enseignants et toute l'équipe du laboratoire du département de la biologie de l'université de Ain Témouchent



Dédicace

A ma très chère mère :

La femme qui, par sa force tranquille et son amour constant, a su m'accompagner dans chaque étape de ce parcours. Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit.

A mon très cher père :

Dans le silence de tes efforts, dans la simplicité de ta bonté. Chaque jour, sans bruit, tu m'as appris l'essentiel : Respecter, persévérer, aimer sincèrement. Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir, m'encourager.

Mes Parents :

Ce travail est le fruit de vos efforts. Qu'Allah vous accorde la santé, le bien-être et le bonheur. Je vous aime.

A mes chers frères et mes chères sœurs

Qui n'ont pas cessé de me conseiller et soutenir tout a long de mes études. Puisse Dieu vous donne santé, bonheur et surtout réussite

A mon Petit homme IHAB et mes adorables nièces ARJIDJ et ILEF

Vos rires ont adouci mes efforts, Votre présence, même silencieuse, a été un phare. Vous m'avez offert des pauses de bonheur dans la tempête des recherches. Chaque rire, chaque regard, chaque souvenir avec vous m'a donné le courage de continuer, Qu'Allah vous protège et rend votre avenir plein de succès

À celui qui partage mon cœur et qui a cru en moi même quand je doutais

Merci pour ta patience, ta tendresse et ta présence inestimable tout au long de ce parcours. Et le soutien discret mais constant m'a portée quand mes forces faiblissaient

Sans oublier ma binôme NASSIMA pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

BOUCHRA



Dédicaces

Au nom du Dieu clément et miséricordieux et que le salut de Dieu soit sur son prophète MOHAMMED

A la femme la plus précieuse et la plus puissante ;

A ma très chère mère qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude, aucune dédicace ne serait assez éloquente pour exprimer mon ressenti.

A Mon père, qui est fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci, Mon père pour vos valeurs nobles, votre éducation et votre soutien permanent ;

A mes très chères sœurs Amina et Bouchra, qui n'ont cessé d'être la pour moi des exemples de générosité, d'amour et d'affection

Dédicace à mon petit frère Ali

*À celui qui n'a jamais été seulement un frère, mais aussi mon ami fidèle, mon compagnon de route,
À toi qui as été la lumière dans mes nuits d'étude,
le sourire dans mes moments de fatigue,
Merci, Mon frère, d'avoir toujours été là.*

*Dédicace à ma tante, ma seconde mère... Merci pour ton amour inconditionnel, ton écoute et ta patience.
et tes encouragements dans chaque étape de ma vie.*

Dédicace à ma professeure et mon amie Cherifa et la personne la plus chère à mon cœur...

À toi qui as été bien plus qu'une enseignante, une amie fidèle et un soutien constant. Merci pour tout ce que tu m'as appris et pour être toujours à mes côtés.

A ma meilleure amie et binôme Bouchra, ensemble nous avons partagé d'agréables moments tout au long de la réalisation de ce travail, a son soutien permanent et son amitié durant ces cinq ans

Nassima

Sommaire

Résumé	i
Listes des tableaux	iv
Liste des Figures	iv
INTRODUCTION	01
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Généralité sur la viande	02
1. 1. Définition de la viande	02
1. 2. Différents types de viandes	02
1. 2. 1 Viande rouge	02
1. 2. 1. 1. Définition de viande rouge	02
1. 2. 1. 2. Composition biochimique de la viande rouge	03
1. 2. 2. Viande blanche	04
1. 2. 2. 1. Définition de viande de volaille	04
1. 2. 2. 2. Composition et valeur nutritionnelle de la viande blanche	04
1. 3. Généralité sur la charcuterie	05
1. 3. 1. Définition de la charcuterie	05
1. 3. 2. Composition et la valeur nutritionnelle de charcuteries	05
1. 3. 3. Classification des charcuteries	07
1. 3. 4. Importance de charcuterie	08
1. 3. 4. 1. Importance alimentaire	08
1. 3. 4. 2. Importance hygiénique	08
1. 3. 5. Principaux produits de charcuteries crues	09
1. 3. 5. 1. Merguez	09
1. 3. 5. 1. 1. Définition et composition	09
1. 3. 5. 1. 2. Fabrication de merguez	10
1. 3. 5. 2. Guedid / Kadid / Achedlouh	12
1. 3. 5. 2. 1. Définition et composition	12
1. 3. 5. 2. 2. Méthode de fabrication des Guedid	13
1. 3. 5. 3. Melfouf / Boulfaf / Zenan	13
1. 3. 5. 3. 1. Définition et composition	13
1. 3. 5. 3. 2. Préparation de Malfouf	14
1. 3. 5. 4. Boubnit / Membar	14
1. 3. 6. Microbiologie de charcuterie	14
1. 3. 6. 1. <i>Pseudomonas</i> spp	14
1. 3. 6. 2. Bactéries lactiques (LAB)	15
1. 3. 6. 3. Levures et moisissures	15
1. 3. 6. 4. Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)	15
1. 3. 6. 5. Entérobactéries	15
1. 3. 6. 6. Les Coliformes	16
1. 3. 6. 7. <i>Salmonella</i>	16
1. 3. 6. 8. <i>Staphylococcus</i> à coagulase positif	16
1. 3. 6. 9. <i>Escherichia coli</i>	17

1. 3. 6. 10. <i>Clostridium</i>	18
1. 3. 7. Hygiène lors de la fabrication et conservation et transport	18
1. 3. 7. 1. Hygiène lors de la fabrication	18
1. 3. 7. 2. Hygiène lors de la conservation	18
1. 3. 7. 3. Hygiène lors du transport	18
1. 3. 7. 4. Mauvaise qualité des matières premières	19
1. 3. 7. 5. Durée entre production et consommation	19
1. 3. 8. Mode de contamination du produit de charcuterie	19
1. 3. 8. 1. Contamination primaire (origine animale)	19
1. 3. 8. 2. Contamination croisée	20
1. 3. 8. 3. Contamination via les ingrédients ou additifs	20
1. 3. 8. 4. Contamination par le personnel	20
1. 3. 9. Les maladies liées à la consommation de produits de charcuteries	20
1. 3. 10. Moyens de maîtrise de qualité microbiologique de charcuterie	21
1. 3. 10. 1. Dangers liés à la matière première	21
1. 3. 10. 2. Dangers liés aux matériels	21
1. 3. 10. 3. Dangers liés à l'environnement	22
1. 3. 10. 4. Dangers liés à la méthode de travail	22
1. 3. 10. 5. Dangers liés à la main d'œuvre	22
MATERIEL ET METHODES	
2. 1. Sélection des zones de prélèvement	23
2. 2. Prélèvement des échantillons	23
2. 3. Analyse microbiologique des échantillons	24
2. 3. 1. Préparation des échantillons et des dilutions	24
2. 3. 2. Recherche et Dénombrement des microorganismes	25
2. 3. 3. Test d'orientation de l'identification préliminaire	27
2. 3. 3. 1. Etude microscopique	27
2. 3. 3. 2. Quelques tests biochimiques de confirmation de l'authentification des <i>Enterobacteriaceae</i>	27
2. 3. 3. 3. D'autres tests biochimiques	28
2. 3. 3. 4. Profile biochimique de la galerie API 10S	29
RESULTATS ET DISCUSSION	
3. 1. Contamination bactérienne	31
3. 1. 1. Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)	33
3. 1. 2. <i>Enterobacteriaceae</i>	34
3. 1. 3. Coliforme	34
3. 1. 4. <i>E. coli</i>	35
3. 1. 5. <i>Staphylococcus</i> à coagulase positive	36
3. 1. 6. <i>Clostridium sulfito-réducteur</i>	36
3. 1. 7. Autres bactéries	37
CONCLUSION	40
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	41
ANNEXES	47

Liste des Tableaux

n°	Titres	Pages
01	Différentes catégories de protéines présentes dans la viande rouge	03
02	Différences de composition entre viande rouge et blanche	05
03	Classification des charcuteries selon leur mode de fabrication	07
04	Teneurs en protéines de quelques aliments	08
05	Composition de 100g de merguez	10
06	Type, nombre et lieu des prélèvements réalisés	24
07	Procédure de recherche de microorganismes de charcuterie ciblés dans cette étude.	26

Liste des figures

n°	Titres	Pages
01	Aspects visuels de Merguez	10
02	Aspects du Guedid	13
03	<i>Staphylococcus aureus</i> en microscopie électronique à balayage	17
04	Observation microscopique d' <i>Escherichia coli</i>	17
05	Zone de prélèvement des échantillons sectionnées. Les cercle en rouge indique les zones repérées	23
06	Broyat de l'échantillons de Merguez de viande rouge	24
07	Procédure de coloration de Gram	27
08	Galerie API 10 S avant incubation pour l'isolat E1.	30
09	Fréquence de contamination de produits de charcuteries cuits analysés dans cette étude.	32
10	Distribution de la concentration de différentes bactéries dénombrées.	38
11	Résultats de l'identification de l'isolat 1	39

INTRODUCTION

Introduction

En raison de richesse nutritionnelle de viande, elle est parmi les aliments les plus choisis sur le marché. En effet, c'est un aliment caractérisé par sa richesse en protéines et des composants essentiels pour la santé de l'homme (par exemple : le fer) **(Remond et al., 2010)**.

Depuis l'antiquité, l'homme a mis au point des méthodes qui lui ont donné la capacité de transformé la viande afin de garantir sa conservation prolongée et d'améliorer sa saveur pour répondre à ses préférences **(OMS, 2016)**. En Algérie, les produits des charcuteries sont devenus plus consommés grâce notamment à ses propriétés culinaires et diététiques. Parmi les produits de charcuterie, des produits transformés ne subissent aucun traitement thermique, par contre, ils sont vendus cru. A cet effet, les microorganismes omniprésents et/ou apporté durant la manipulation de produits persiste durant tout la chaîne de la mise en consommation. En effet, plusieurs études ont reporté des contaminants microbiologiques dans les produits de charcuteries non cuit comme les saucisses fraîches, les merguez, le kadid ou le boudin. Ces produits peuvent contenir des germes indicateurs d'hygiène tels que les flores aérobies mésophiles totales, les coliformes ainsi que les entérobactéries **(Bensid et al., 2018)**. Aussi, des germes pathogènes comme *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* à coagulase positive , *Clostridium perfringens*

Ces microorganismes peuvent se développer durant l'exposition de produits surtout si la chaîne froide n'est pas respectée. En effet, les produits sont exposés chez la boucherie dans des comptoirs réfrigérés dont la température parfois n'est pas stable à 4°C. qui peuvent devenir des sources potentielles de contamination croisée **(Aouadhi et al., 2013)**.

Malgré les efforts des autorités compétentes, la maîtrise de conditions d'hygiène durant la chaîne de la mise en consommation est reste difficile à suivre, ce qui pourrait surprendre la consommation par des microorganismes au moment de la consommation.

L'objectif de ce travail était d'évaluer la contamination microbienne des produits de charcuterie crues commercialisé aux niveaux de boucherie de la ville de Ain Témouchent.

Afin d'atteindre ces objectifs, ce manuscrit s'articule autour de trois parties :

- La première synthétise des généralités sur la viande et les produits de charcuterie et sa microbiologie ;
- La deuxième partie est consacrée à la méthodologie adoptée pour réaliser la partie expérimentale ;
- Les résultats et discussion sont représentés dans la troisième partie. Une conclusion suivie de perspectives vient achever notre manuscrit.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralité sur la viande

1. 1. Définition de la viande

La viande constitue un aliment d'une haute valeur nutritionnelle en raison de sa composition riche en protéines, variant de 20 à 30 % selon les sortes de viandes, et elle fournit également des acides aminés essentiels, ceux que l'organisme humain est incapable de synthétiser (FAO, 2007).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA), la viande englobe toutes les portions d'un animal qui peuvent être consommées. Dans ce contexte, le mot « animal » fait référence à « tout mammifère ou oiseau ». La viande représente la chair des animaux destinée à la consommation humaine. Elle est principalement composée des muscles striés ayant subi une transformation après la mort, qui sont consommés après avoir été cuits (Craplet, 1966).

En général, les viandes se distinguent par une grande variété, étant principalement composées de muscles striés squelettiques, accompagnés d'autres tissus en proportions très variables selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la zone anatomique considérée (Staron, 1982). On y trouve principalement des tissus conjonctifs, adipeux, ainsi que parfois des os et de la peau. Les viandes sont également classées selon leur couleur en : viandes rouges et viandes blanches, et selon leur teneur en graisse en : viandes maigres et viandes plus ou moins grasses (Staron, 1982).

1. 2. Différents types de viandes

Le terme viande englobe plusieurs types répartis en deux catégories consommées en Algérie.

1. 2. 1 Viande rouge

1. 2. 1. 1. Définition de viande rouge

La viande rouge désigne toutes les variétés de viandes provenant des tissus musculaires de mammifères tels que le bœuf, le veau, l'agneau, le mouton, le cheval et la chèvre (Le CIRC, 2015).

La viande rouge est caractérisée par une teneur en myoglobine dans les fibres musculaires qui est plus élevée que celle de la viande blanche (une protéine pigmentaire présente dans les muscles, dont le rôle est de stocker et de transporter

l'oxygène nécessaire à l'activité musculaire, Il donne la couleur plus foncée que à celle de viande blanche) (Lawrie & Ledward, 2006).

1. 2. 1. 2. Composition biochimique de la viande rouge

La composition musculaire de la viande diffère d'une espèce à l'autre et, au sein d'une même espèce, elle change selon le type de morceau de viande (Dupin, 1990). Cette composition est associée aux modalités d'élevage et à l'alimentation des animaux (Roudaut et Lefranc, 2005).

La composition de la viande se change en fonction de type de tissus. En générale, le tissu squelettique est la partie le plus consommé dans l'animal.

Comme montre le tableau 01, le taux de protéines est dépendant de la partie de l'animale. La chaire musculaire est la partie le plus riche en protéine (60%), tandis que le plus faible taux de protéine (5 à 6%) se trouve dans les tissus conjonctifs.

Tableau 01 : Différentes catégories de protéines présentes dans la viande rouge (Modifie selon Viala et Botta, 2005).

Partie de viande	Type de protéines	Taux (%)	Exemple
Chaire musculaire	Protéines fibreuses	60%	Myosine, Actine, les protéines de strie Z
Jus de viande	Sarcoplasme Protéines globulaire hydrosoluble	35%	Enzyme, Myoglobine, Hémoglobine
Tissu conjonctif	Protéines fibreuses insolubles dans l'eau	5-6%	Collagène, Estaline, Réticuline

Quant aux lipides, leur teneur est sujet de grande variation de 2 à 25% en fonction de l'espèce, de l'âge et l'état d'engraissement (Dupin, 1990). Un taux de 5 % de lipides (tissu adipeux) est contenu dans le muscle squelettique, qui représentent une source d'énergie essentielle (Keeton et Eddy, 2004).

Cependant, la viande rouge contient une faible proportion glucidique ou de glycogène (d'environ 2%) (Dupin et al., 1992).

Par ailleurs, les viandes rouges contiennent peu de calcium, mais en revanche, elles représentent une source majeure de zinc. Elles fournissent également du potassium, du phosphore, du sodium et du sélénium. De plus, la viande rouge constitue une source notable de fer, avec près de 40% de celui-ci présent dans la viande. Le fer héminique a une biodisponibilité

d'environ 25%, tandis que le fer non héminique présente une biodisponibilité inférieure à 5% (Dupin et al., 1992 ; Schmid, 2011).

Il représente également, une source de vitamines variable selon l'alimentation de l'animal. Les viandes rouges sont plus ou moins riches en vitamines du groupe B (B1, B3, B5, B6 et B12) aussi une très petite quantité de la vitamine C (présente à 3mg/100g en moyenne). Ils sont pauvres en vitamines liposolubles tel que les vitamines : A, D, E, K. (Dupin et al., 1992 ; Schmid, 2011).

1. 2. 2. Viande blanche

1. 2. 2. 1. Définition de viande de volaille

La viande de volaille est définie scientifiquement comme la chair musculaire des oiseaux domestiques, Le Codex Alimentaire désigne la chair de volaille comme la portion de toute oiseau domestique tels que les poulets, dindes, canards, etc., abattus dans un abattoir » (Codex Alimentaires, 2015).

C'est un type de viande moins riches en matières grasses et en myoglobines. Elle provient des muscles des oiseaux (poulet, dinde, canard, etc.) et du veau.

1. 2. 2. 2. Composition et valeur nutritionnelle de la viande blanche

La viande de volaille constitue une source essentielle de protéines animales de haute qualité, riche en acides aminés équilibrés, conférant ainsi une valeur nutritionnelle significative, même en petites quantités.

La viande de volaille est composée d'environ 72,7 % d'eau (Ledrer, 1977 ; Alais et Linden, 1997), et de 26,6 % de protéines de haute valeur biologique (Nilus et al., 1995). En effet, les protéines de volaille se distinguent par leur teneur élevée en acides aminés essentiels facilement assimilées, notamment en proportions équilibrées (Gaey et al., 2002). Elles sont particulièrement riches en lysine.

Elle renferme également près de 6 % de matière grasse riche en acides gras insaturés bénéfiques pour la santé (Bourguig et Djehel, 1999 ; Lessire, 2001). Elle se trouve principalement sous forme de dépôts lipidiques dans la peau et au sein de la cavité abdominale. La teneur en lipides varie en fonction des différents tissus ; par exemple, les muscles pectoraux blancs comme le filet de poulet contiennent moins de lipides (0,9 %) que les muscles rouges de la cuisse, qui affichent une teneur de 2,8 %. De plus, la peau de la volaille est bien plus grasse (Lessire, 2001).

En ce qui concerne les minéraux, elle est relativement pauvre en fer, mais riche en sodium et en potassium. Parmi les vitamines présentes dans la viande de poulet, on trouve principalement les vitamines A, B, ainsi que la vitamine C, bien que cette dernière soit souvent détruite lors de la cuisson (**Bourguig et Djehel, 1999**).

Tableau 02 : Différences de composition entre viande rouge et blanche (Lawrie et Edward, 2006 ; Toldra, 2010).

Critère	Viande rouge	Volaille (sans peau)
Teneur en myoglobine	Élevée (> 2 mg/g) : couleur rouge foncé	Faible (< 0,5 mg/g) : couleur rose à blanche
Matières grasses	Plus riche en graisses totales et saturées (8–15 g/100 g selon le morceau)	Moins grasse (1–5 g/100 g), sauf avec peau
Protéines	18–22 g/100 g ; excellente qualité protéique	20–25 g/100 g ; bonne digestibilité
Fer	Riche en fer héminique (2–3 mg/100 g), très biodisponible	Faible teneur en fer (~0,5–1 mg/100 g), moins bien absorbé
Zinc et B12	Apport élevé en zinc et vitamine B12	Teneurs plus faibles
Cholestérol	70–80 mg/100 g en moyenne	Similaire (~60–80 mg/100 g sans peau)

1. 3. Généralité sur la charcuterie

1. 3. 1. Définition de la charcuterie

Le terme « charcuterie » fait référence aux « chairs cuites » et, dans son acception actuelle, désigne les produits issus de la transformation des viandes. Ces différents produits peuvent être consommés tels quels, comme c'est le cas pour le jambon cuit, les saucissons, les rillettes ou la mortadelle, tandis que d'autres nécessitent une cuisson préalable (**FICT, 2010**) et/ou d'autre traitement. En effet, elle peut être préparée par salage, fumage ou séchage. En outre, la composition des charcuteries inclut d'autres ingrédients tels que des épices et des additifs alimentaires. Cette diversité permet d'explorer une richesse infinie de saveurs et de textures, rendant ainsi chaque repas unique (**Migaud, 1982**).

Par ailleurs, ce domaine a connu une évolution significative grâce au développement de l'appertisation, suivi de l'essor de la chaîne du froid et des techniques de conditionnement modernes. Ces avancées ont permis d'obtenir une large gamme de produits variés (**Berthoud, 2011**).

1. 3. 2. Composition et la valeur nutritionnelle de charcuteries

La viande est la principale matière première utilisée pour produire de la charcuterie. Elle peut provenir de différentes sources (bœuf, mouton, volaille, veau, gibier...). En plus de la composition de la viande, le produit de charcuterie possède divers arômes et ingrédients comme :

- des liants et agents de texture : amidon, farine, gelée, œuf ;
- des conservateurs : nitrite de sodium, nitrate de potassium ;
- des antioxydants : acide ascorbique, acide érythorbique ;
- des rehausseurs de goût : acide glutamique.

Par rapport aux différentes familles d'aliments, les produits de charcuterie font partie de la famille des produits carnés. Ils contiennent de nombreux nutriments et représentent une excellente source de protéines animales, de zinc, de fer, vitamines B, de phosphore, de potassium et de magnésium (FICT, 2010 ; Raheliarisoa, 2006).

- ✓ **Protéines** : La teneur en protéines dépend de la composition et de la technologie ; plus le produit de viande est riche, plus il est riche Dans les protéines, La teneur en protéines sèches peut atteindre 30% et la teneur en protéines est de 20% Dans le produit cuit ;
- ✓ **Lipides** : Ce sont les lipides libres et non totaux, la teneur en lipides d'un produit carné est plus importante que celui-ci est moins humide. Les valeurs sont entre 25 et 60% ;
- ✓ **Glucose** : Saccharose, glucose. La teneur dans les produits carnés est très faible, voire nulle : les pâtés sont les plus riches, mais la teneur ne doit jamais excéder les 5% ;
- ✓ **Sel** : La technologie des produits carnés utilise le sel pour donner du goût à ces derniers, mais le sel était, pendant des siècles, le premier conservateur de la viande ; la teneur moyenne est d'environ 1,8% (Mis à part les produits carnés conservés par le sel) ;
- ✓ **Fer** : la principale source de fer dans les produits carnés est la myoglobine musculaire, après l'hémoglobine, avec un taux de 20 % ;

- ✓ **Vitamines** les produits carnés sont parmi les denrées les plus riches en vitamines du groupe B. Il peut contenir également le vitamine C dà une dose de 300 mg/kg, sous forme d'acide ascorbique, comme produit de conservation ;

Minéraux et oligo-éléments Principalement : calcium, cuivre, magnésium, manganèse, zinc, Phosphore et sélénium (**Rahma et al., 2018**).

1. 3. 3. Classification des charcuteries

La charcuterie peut être classé selon plusieurs critères à savoir le mode de fabrication et la durée de conservation.

Selon le mode de fabrication, les produits de charcuterie se divisent en deux grandes catégories (Tableau 03):

- ✓ **La préparation de viande** : toutes les saucisses crues (saucisses merguez, saucisses à rôtir), viandes marinées et épicées (escalopes marinées/épicées, ragoût mariné/épicé).
- ✓ **Les produits à base de viande** : parmi les produits à la base de viande, plusieurs types sont considérées :
 - Charcuteries échaudées : mortadelles, cervelas, saucisse de Francfort ;
 - Produits de salaison crus : à consommer crus (jambon cru) ;
 - Charcuteries crues : à la coupe (salami, salametti...), à chair tartinable, maturation interrompue (saucisson sec, boutefas).

Tableau 03 : Classification des charcuteries selon leur mode de fabrication (Guelmamene, 2018).

Classe	Description	Exemple
Charcuterie échaudée	Fumé ou non	Mortadelle
Salaison crue -Ferme à la coupe -A chair tartinable -A maturation interrompue	Salaison séchée ou en saumure	Viande hachée
Charcuterie crue : -Ferme à la coupe -A chair tartinable -A maturation interrompue	Viande hachée dans des Boyaux : -Maturation par séchage -Maturation par fumage -Maturation par fumage et séchage	Salami, Met wurst, saucisse au foie

Quant à la classification en fonction de durée de conservation, les charcuteries peuvent être classées en :

- ✓ **Les produits stables** : dont la température de conservation n'est pas précisée bien que la réfrigération soit bénéfique, se conservent sur une durée de plusieurs années pour les conserves, ou de plusieurs mois pour les saucissons secs ;
- ✓ **Les produits stabilisés** : nécessitant une conservation au réfrigérateur, leur durée de vie se compte en semaines, voire en mois, comme c'est le cas pour les semi-conserves ou les produits secs, qu'ils soient fumés ou non ;
- ✓ **Les produits non stabilisés (ou faiblement stabilisés)** : ils doivent impérativement être conservés au réfrigérateur, avec une durée de conservation qui se chiffre en quelques jours, tels que les produits crus ou le boudin noir (Migaud, 1982).

1. 3. 4. Importance de charcuterie

1. 3. 4. 1. Importance alimentaire

L'importance des charcuteries et celle de la viande occupent une place très importante dans l'alimentation humaine. Elle constitue une excellente source de protéines, non seulement en raison de sa richesse en protéines, mais également grâce à son efficacité protéique. Elle joue un rôle essentiel dans la reconstruction des tissus et le renouvellement cellulaire au sein de l'organisme. En effet, la viande renferme entre 15 et 20 % de protéines. Ce taux élevé en protéines est accompagné de divers acides aminés (Tableau 04).

Tableau n° 04 : Teneurs en protéines de quelques aliments (Lo et al., 1983).

Matière première	Teneur en protéines (g/100g d'aliment)
Viande de bœuf	18.6
Viande de veau	19.2
Viande de mouton	15.6
Foie de bœuf	20

1. 3. 4. 2. Importance hygiénique

La fabrication des produits de charcuteries doit assurer leur salubrité et leur qualité marchande. Ces deux aspects doivent être surveillés par le vétérinaire qui

doit protéger le consommateur et contribuer à la moralisation des transactions commerciales.

Les produits de charcuterie peuvent causer des affections et des incidents graves chez le consommateur. En effet, au cours de leur élaboration, la manipulation des produits accroît les risques de maladies en raison des contaminations auxquelles ils sont exposés. Ces contaminations ont diverses sources :

- ✓ La matière peut contenir des germes ou des parasites en lui-même ;
- ✓ L'environnement de la préparation des denrées peut être souillé ;
- ✓ Les manipulations lors du processus de fabrication peuvent ne pas respecter les normes d'hygiène ;
- ✓ Les règles d'hygiène peuvent ne pas être suivies lors du conditionnement ou du stockage.

1. 3. 5. Principaux produits de charcuteries crues

1. 3. 5. 1. Merguez

1. 3. 5. 1. 1. Définition et composition

La « merguez », qui peut être désignée par plusieurs noms, tous ayant la même signification, fait référence à un produit sous la forme d'une « saucisse ». En arabe maghrébin, elle est désignée sous les noms de « Mergāz » et « Merkāza », tandis qu'en arabe espagnol, on l'appelle « Mirkās » ou « Merkās ». Le terme est dérivé du mot berbère « Amergaz » (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

La Merguez est une saucisse fraîche, épicée et savoureuse, qui est traditionnellement consommée presque exclusivement en Afrique du Nord. Elle se caractérise par sa taille relativement courte et son petit calibre, étant composée (cf. figure 01).

Selon l'arrêté interministériel de 1997, la dénomination « Merguez » est strictement réservée à une préparation ne pouvant être composée que de viandes bovines et ovines et de la graisse de ces animaux, éventuellement agrémentées d'aromates, d'épices et de condiments. Il a été rapporté récemment que la viande de volaille peut également être aussi utilisée.

Selon l'arrêté interministériel de 02 Juillet 2017, les merguez doivent respecter certaines normes : leur taux d'humidité, dans le cas d'un produit dégraissé, ne doit pas dépasser 75%. De plus, la proportion de tendons, nerfs et aponévroses ne

doit pas excéder 5%. Enfin, la teneur totale en collagène, au regard des protéines, doit être inférieure ou égale à 35% (Joran, 1997).



Figure 01 : Aspects visuel de Merguez (Bothe, 2018).

Tableau 05 : Composition de 100g de merguez (Ciquel, 2013).

Energie	283Kcal
Protéines	19,8g
Lipides	26,6g
Glucides	0,215g
Eau	52,4g

1. 3. 5. 1. 2. Fabrication de merguez

La préparation de merguez peut considérablement varier selon les pays et même à l'intérieur d'un même pays, en fonction des épices utilisées, du type de boyau employé, ainsi que de la manière dont elle est consommée (Benkerroum et al., 2004 ; Daoudi et al., 2006 ; Gagaoua et Boudechicha, 2018).

Préparation des viandes

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).

Pour la matière grasse, il est préférable d'utiliser du gras de couverture. Toutefois, il est possible d'incorporer environ un tiers de gras interne de manière efficace. Ce gras doit être soigneusement lavé et correctement refroidi. En revanche, il est déconseillé d'utiliser du gras qui n'est pas suffisamment refroidi ou qui est congelé (**OMS, 2016**). Selon l'arrêté interministériel, la concentration de matière grasse total ne doit pas être plus de 25%.

Découpage de viande

La découpe implique la division d'une carcasse en pièces de grande ou de petite taille. D'après **Lemaire (1984)**, Elle s'effectue grâce à différents instruments : scies, couteaux, fendoirs, etc. Les surfaces des plans de découpe sont composées soit de bois, soit de matière plastique.

Désossage

Le retrait de l'os de la chair et de cartilages, se fait avec des couteaux (**Lemaire, 1984**). Il est conseillé de porter des gants métalliques de sécurité.

Parage et le Hachage des viandes et du gras

Le parage vise à améliorer l'apparence des viandes. Il facilite aussi certaines opérations technologiques telles que le hachage (**Lemaire, 1984**).

Le hachage implique la division de la viande en petites portions, de manière à ce qu'elle perde sa structure originale et se transforme en pâte (**Girard, 1988**).

Préparation de la mêlée

La viande maigre et le gras haché sont placés dans un pétrin-mélangeur, où ils sont soigneusement homogénéisés avec l'ensemble des ingrédients et des épices.

Au préalable, l'assaisonnement est mélangé intimement avec une quantité égale d'eau froide. Cette phase aqueuse permet une meilleure distribution dans la pâte, garantissant ainsi une coloration uniforme (**Migaud, 1982**).

Des agents de conservation, peuvent être utilisée à savoir le nitrite de potassium et le nitrate de sodium.

Les colorants d'origine naturelle sont autorisés dans les charcuteries, les plus couramment utilisés étant :

- ✓ Rose d'azorubine (E122).

- ✓ Rose d'amarante (E123) (**Durand, 1999**).

Embossage

Cette étape consiste à insérer la pâte dans un boyau afin de lui conférer sa forme distinctive (**Girard, 1988**). Un boyau est une enveloppe cylindrique destinée à permettre la fabrication et la protection des produits de charcuterie cuits ou crus. On distingue différents types des boyaux :

- ✓ Les boyaux naturels : Ce sont des intestins d'animaux issus de l'abattage et de la charcuterie ;
- ✓ Les boyaux synthétiques : Ils sont constitués de matières synthétisées à partir de la cellulose régénérée, l'acétate de cellulose, le polychlorure de vinyle, etc. En raison de leur solidité, de leur transparence, de leur facilité d'utilisation et de leur esthétisme, ces boyaux sont couramment employés pour l'emballage des produits de charcuterie (**Chaplot, 1965**) ;
- ✓ Les boyaux artificiels : En ce qui concerne les fibres animales, elles sont composées de fibres de collagène issues de traitements physico-chimiques du derme du bétail (**François, 2005**).

Egouttage

Ils peuvent être commercialisées fraîches après un rapide égouttage d'environ dix minutes (**Savic, 1970**). Elles peuvent également subir un processus de dessiccation avant leur vente, que ce soit en chambre froide, dans un fumoir, ou dans des conditions ambiantes. (**Savic, 1974**).

Stockage et de conservation

Les merguez peuvent être conservées en chambre froide, à une température variante entre 0 et 4 °C, pour une durée d'une à deux semaines (**Savic, 1970**).

Au cours de vente, les merguez doivent être présentées dans une vitrine réfrigérée et vendues rapidement.

1. 3. 5. 2. Guedid / Kadid / Achedlouh

1. 3. 5. 2. 1. Définition et composition

Guedid est un produit traditionnel salé et séché naturellement, très populaire dans les nations du Maghreb (Algérie, Maroc, et Tunisie). Ils peuvent être réalisés

avec toutes sortes de viandes, y compris la viande de dromadaire (Bennani et al., 1995 ; Essid et al., 2007 ; Boudechicha, 2014 ; Gagaoua et Boudechicha, 2018).



Figure 02 : Aspects du Guedid (Gagaoua et Boudechicha, 2018).

1. 3. 5. 2. 2. Méthode de fabrication des Guedid

La préparation de Guedid consiste à plusieurs étapes :

Découpage de la viande rouge

La préparation du **Guedid** commence par le **découpage de la viande rouge** (généralement du bœuf ou du mouton) en **lanières fines** (Touati & Tahiri, 2007).

Salage

Le salage et le saumurage sont deux opérations de base en charcuterie qui permettent d'augmenter la saveur grâce au goût salé, et la rétention de l'eau, ce qui assure aussi une bonne conservation de la viande (Couvez et al., 2010).

Séchage

Après le salage l'étape qui suit est le séchage, c'est l'élimination de l'eau, la méthode la plus simple est le pressage qui consiste de poser le produit sur une surface plate et propre et presser le plus possible (Durant, 1999).

L'anières de viande sont des morceaux de viandes coupés en rubans puis suspendus sur des crochets ensuite répartis sur des bâtons horizontaux pour le séchage (Durant 1999). Selon le même auteur, l'anière de viande ne doit pas toucher l'eau.

1. 3. 5. 3. Melfouf / Boulfaf / Zenan

1. 3. 5. 3. 1. Définition et composition

Le Melfouf est élaboré à partir du foie d'agneau qui est minutieusement rôti au-dessus d'un feu à découvert. Il s'agit d'un produit carné très apprécié, élaboré dans la région du Nord-Ouest particulièrement pendant la célébration religieuse de « Aïd Al Adha » en Algérie.

1. 3. 5. 3. 2. Préparation de Malfouf

Chaque morceau de foie salé et assaisonné (avec du sel, du poivre et du piment rouge) d'une taille de 2 à 3 cm³. Plusieurs épices peuvent être utilisées comme le safran, le paprika et le poivre (noir, blanc ou rouge) (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

Ces ingrédients sont employés comme une « Sharmula » (une préparation épicée) qui peut être ajoutée sous forme de poudre sèche ou dissoute dans l'eau pour former une solution de marinade (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

Les produits finis sont généralement prêts à consommer après cuisson, qui devraient donc être consommés au maximum les 2 jours qui suivent leur préparation (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

1. 3. 5. 4. Boubnit / Membar

C'est un produit similaire à la saucisse, élaboré à partir de l'intestin de bœuf ou d'agneau et farci d'une préparation comprenant de la semoule, de la graisse animale hachée, des raisins secs, de l'ail frais, ainsi que diverses épices telles que le sel, le gingembre, le poivre, le piment rouge, l'huile d'olive et de l'eau (**Gagaoua et Boudechicha, 2018**).

1. 3. 6. Microbiologie de charcuterie

Plusieurs microorganismes sont rencontrés dans les produits de charcuteries.

1. 3. 6. 1. *Pseudomonas* spp

Le genre *Pseudomonas* regroupe des bactéries Gram négatif, aérobies strictes, mobiles, oxydase positives, appartenant à la famille des *Pseudomonadaceae*, distribuées dans l'environnement (sol, eau, végétaux, surfaces industrielles).

En microbiologie alimentaire, certaines espèces psychotropes sont impliquées dans l'altération des produits de viande et charcuterie, notamment *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, et *Pseudomonas lundensis*.

Elles produisent des enzymes extracellulaires (protéases, lipases) responsables de la dégradation des protéines et lipides, menant à des odeurs nauséabondes, et un changement de couleur de l'aliment (**Nychas et al., 2008**).

1. 3. 6. 2. Bactéries lactiques (LAB)

Les bactéries lactiques sont des micro-organismes Gram positifs, anaérobies facultatifs, catalase négative, capables de produire de l'acide lactique par fermentation des glucides.

Bien qu'elles soient souvent utilisées comme ferments pour la conservation ou l'amélioration des produits, certaines souches peuvent également être responsables de l'altération microbiologique des viandes de charcuterie et peuvent produire des acides organiques, gaz (gonflements), odeurs anormales, surtout en conditions anaérobies ou sous atmosphère modifiée (**Doulgeraki et al., 2012**).

1. 3. 6. 3. Levures et moisissures

Les levures et moisissures sont des micro-organismes eucaryotes naturellement présents dans l'environnement de transformation des viandes. Dans le domaine de la charcuterie, Ils peuvent être nuisible lorsqu'elles provoquent des altérations organoleptiques et causer des **goûts anormaux**, un **aspect visqueux**, et visuelle (taches verdâtres/noires dans les charcuteries sèches) (**Lücke, 2000**).

1. 3. 6. 4. Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes qui ont la capacité à se multiplier à l'air aux températures moyennes, dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C (**Bougeois et Leveau , 1996**).

1. 3. 6. 5. Entérobactéries

Les Entérobactéries (famille *Enterobacteriaceae*) sont des bactéries bacilles, Gram négatif, anaérobies facultatifs, réduisent les nitrates en nitrites, possédant une catalase à l'exception de l'espèce *Shigella dysenteriae*, ne possèdent pas d'oxydase.

Elles sont souvent présentes dans le tube digestif des animaux. Leur détection dans les produits de charcuterie est généralement considérée comme un indicateur d'hygiène insuffisante, de contamination fécale ou d'un manque de maîtrise lors de la transformation.

Elle cause des altération sensorielle et organoleptique par la production des composés soufrés, amines, indoles qui causent des mauvaises odeurs.

1. 3. 6. 6. Les Coliformes

C'est un groupe de bactéries appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, bacille Gram négatif, non sporulant, aéro-anaérobie facultatif, oxydase négatifs, capable de fermenter le lactose (**Guirand, 1998**).

En microbiologie alimentaire les coliformes sont une flore indicatrice de contamination fécale et de bons marqueurs de la qualité hygiénique d'un aliment.

1. 3. 6. 7. *Salmonella*

Les *Salmonelle* sont appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, des bacilles à Gram négatif, oxydase négative, catalase positive, non sporulés, anaérobies facultatifs, lactose négative, glucose positive, la capacité de réduire le nitrate.

Les *Salmonelles* se trouvent dans divers produits d'origine animale tels que la viande, les volailles et les charcuteries. Elles ont la capacité à causer des maladies systémiques et intestinales chez les personnes et les animaux a fait de ces affections des pathologies significatives, Donc l'absence des *Salmonelle* doit être notée au sein de tous les aliments précisément les viandes (**Guiraud, 2003**).

Les salmonelles peuvent provoquer des toxi-infections alimentaires chez l'homme. Les principaux symptômes consistent en une fièvre élevée (39-40°C), une diarrhée, des douleurs abdominales, des nausées et des vomissements.

1. 3. 6. 8. *Staphylococcus* à coagulase positif

D'après El Haddad (2010), les *staphylocoques aureus* se sont des aérobies facultatifs, non mobiles, des Cocci à Gram positif, avec une oxydase négative et à catalase positive. Leur pouvoir pathogène et dans la présence de l'enzyme coagulase qui est un rôle de coagulation du sang, ainsi qu'ils peuvent contaminer les aliments crus et causée des intoxications alimentaires suite à la production d'une entérotoxine thermorésistante.



Figure 03 : *Staphylococcus aureus* en microscopie électronique à balayage.

Les principales espèces identifiées sont *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* et *S. saprophyticus*. L'intoxication alimentaire humaine causée par les Staphylocoques est le résultat exclusif de la consommation d'entérotoxine staphylococcique formée dans l'aliment, où le Staphylocoque a pu se développer et produire sa propre toxine (Rizzi, 2011).

1. 3. 6. 9. *Escherichia coli*

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*, Bacille, Gram Négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés. Ils ont la capacité de fermenter les sucres, et produire d'indole (Feng, 2001).



Figure 04 : Observation microscopique d'*Escherichia coli*.

1. 3. 6. 10. *Clostridium*

Elles ont des anaérobies strictes, Gram positif, ils ont la capacité de transformer les sulfites présents dans l'environnement en sulfures. Ces derniers s'associent à un sel de fer pour former du sulfure de fer noir (Delarass, 2007).

Clostridium perfringens est une bactérie dont les spores se trouvent généralement dans l'environnement. Ces spores sont des habitants normaux du système digestif des animaux.

L'apparition de la maladie se manifeste entre 8 et 12 heures après l'ingestion d'un aliment contaminé par *Clostridium perfringens*. Le principal symptôme est une diarrhée sans fièvre, accompagnée de douleurs abdominales et de ballonnements, qui disparaissent spontanément en un à deux jours (Leyral et Vierling, 2007).

1. 3. 7. Hygiène lors de la fabrication et conservation et transport

1. 3. 7. 1. Hygiène lors de la fabrication

Les équipements tels que les hachoirs ou mélangeur peuvent devenir des réservoirs de microorganismes si les protocoles de nettoyage et désinfection ne sont pas rigoureux. (Simões et al., 2010).

Le personnel joue un rôle important. Le non-respect des pratiques d'hygiène (lavage des mains, port de gants, vêtements propres, etc.) peut entraîner une contamination directe ou indirecte des viandes crues (Doulgeraki et al., 2012).

1. 3. 7. 2. Hygiène lors de la conservation

La conservation des produits de charcuterie, qu'ils soient en attente de cuisson ou prêts à la vente, nécessite un contrôle strict de la température et de l'atmosphère d'entreposage

La **température de réfrigération** (entre 0 et 4 °C) est essentielle pour limiter la croissance des micro-organismes. Cependant, certaines bactéries comme *Listeria monocytogenes* peuvent encore se développer à ces températures si les produits sont conservés trop longtemps ou mal emballés (Gandhi et Chikindas, 2007).

1. 3. 7. 3. Hygiène lors du transport

Les véhicules de transport, comme les camions frigorifiques, peuvent constituer des réservoirs de germes s'ils ne sont pas nettoyés et désinfectés correctement entre les chargements. Des résidus organiques (sang, graisse,

morceaux de viande) peuvent accueillir des bactéries telles que *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, ou *Escherichia coli*, qui peuvent ensuite contaminer les nouveaux produits (Belli et al., 2013).

1. 3. 7. 4. Mauvaise qualité des matières premières

L'utilisation de matières premières de mauvaise qualité constitue l'un des principaux facteurs de contamination microbienne dans la fabrication des charcuteries crues. En particulier, la viande issue d'animaux porteurs de micro-organismes pathogènes tels que *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* ou *Escherichia coli* représente un risque direct pour la salubrité du produit fini. Ces agents pathogènes peuvent être présents dans les tissus musculaires, les ganglions lymphatiques ou les surfaces externes de la carcasse si les bonnes pratiques d'abattage ne sont pas respectées (Nouichi et Hamdi, 2009).

1. 3. 7. 5. Durée entre production et consommation

La longue durée séparant la production de la consommation est un facteur de risque important pour la contamination des produits de charcuterie crue. En effet, même lorsque la charge microbienne initiale est faible, un stockage prolongé favorise la croissance progressive des micro-organismes, en particulier les bactéries psychotropes comme *Listeria monocytogenes* ou certaines souches de *Clostridium spp.* Capables de se développer à basse température. Ce risque est amplifié si les conditions de conservation (température, humidité, atmosphère d'emballage) ne sont pas rigoureusement contrôlées (Gram et al., 2002).

1. 3. 8. Mode de contamination du produit de charcuterie

1. 3. 8. 1. Contamination primaire (origine animale)

Elle se produit dès l'origine, c'est-à-dire au niveau de l'animal vivant. Des bactéries comme *Salmonella spp.*, *Campylobacter*, ou *Listeria monocytogenes* peuvent être présentes dans l'intestin, la peau ou les organes. Lors de l'abattage, une mauvaise éviscération ou un défaut d'hygiène peut entraîner une **contamination fécale** de la carcasse. Cette contamination peut persister jusqu'aux produits finis si les étapes suivantes ne permettent pas de les éliminer (Rivas et al., 2020).

1. 3. 8. 2. Contamination croisée

La contamination croisée correspond au transfert de micro-organismes depuis un support souillé tel que la viande, les ustensiles, les équipements, les mains du personnel ou les plans de travail vers des produits initialement sains. Par exemple, des saucisses crues manipulées sur des surfaces insuffisamment nettoyées ou en contact avec du matériel contaminé peuvent facilement être exposées à des agents pathogènes. Ce mode de contamination est particulièrement fréquent dans les ateliers de transformation, qu'ils soient artisanaux ou industriels, lorsqu'il n'existe pas de séparation rigoureuse entre les zones propres et les zones souillées (Holah et al., 2004).

1. 3. 8. 3. Contamination via les ingrédients ou additifs

Les ingrédients non carnés, tels que les épices, les herbes aromatiques, le sel ou divers additifs utilisés dans la préparation des charcuteries, peuvent être une source significative de contamination microbienne s'ils ne font pas l'objet d'un traitement approprié, comme la pasteurisation, l'irradiation ou la stérilisation. En effet, en l'absence de ces traitements, ces composants peuvent introduire dans les produits crus des agents pathogènes ou des micro-organismes altérants, notamment des spores de *Clostridium botulinum* ou des moisissures appartenant à des genres tels que *Penicillium* (Jay et al., 2005).

1. 3. 8. 4. Contamination par le personnel

Le personnel impliqué dans la fabrication des produits de charcuterie peut transmettre des micro-organismes aux aliments par le biais de leurs mains, vêtements ou gouttelettes respiratoires, notamment lorsque les pratiques d'hygiène personnelle telles que le lavage des mains, le port de gants et de masques ne sont pas rigoureusement respectées. *Staphylococcus aureus*, une bactérie fréquemment présente sur la peau et les muqueuses humaines, peut ainsi contaminer les denrées alimentaires et produire des entérotoxines responsables d'intoxications alimentaires (Scott, 2003).

1. 3. 9. Les maladies liées à la consommation de produits de charcuteries

En raison de leurs qualités nutritionnelles, les charcuteries constituent un milieu favorable aux proliférations microbiennes (Oumokhtar et al., 1998). Ces contaminations microbiennes peuvent causer des diverses maladies alimentaires tels que les toxi-infections alimentaires (TIA) et les maladies infectieuses (Budjulobo, 2010).

Selon Ghafir et Daube (2007), une toxi-infection alimentaire est caractérisée par une série de troubles au niveau de l'organisme causés par la consommation d'un aliment contaminé par des microorganismes nuisibles.

Les principaux agents responsables des toxi-infections alimentaires sont : Staphylocoques, *Salmonella* sp, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Compylobacter* et *Escherichia coli*.

1. 3. 10. Moyens de maîtrise de qualité microbiologique de charcuterie

La gestion de la sûreté alimentaire s'appuyait donc sur une stratégie normative, renforcée par l'usage de normes microbiologiques pour contrôler la conformité des produits alimentaire en ce qui concerne leur contamination par certains micro-organismes pathogènes.

Les risques potentiels pour le consommateur peuvent être d'ordre chimique, physique ou biologique et peuvent se manifester à cinq niveaux différents :

- Les matières premières
- Les matériels
- L'environnement
- La main d'œuvre
- La méthode de travail

1. 3. 10. 1. Dangers liés à la matière première

Les matières premières utilisées comme de la viande, les ingrédients ajoutés, les additifs, l'eau, la glace et les autres denrées alimentaires peuvent engendrer divers risques chimiques, biologiques et physiques qui pourraient mettre en péril la sécurité alimentaire.

Pour assurer la sécurité alimentaire il faut :

- Les matières premières comme tels que les viandes soient contrôlées en ce qui concerne la fraîcheur, l'hygiène et la température
- Respecter la date limite de conservation
- Manipuler de manière hygiénique (sans risque de contamination croisée) et conserver correctement (réfrigération appropriée, taux d'humidité adapté).

1. 3. 10. 2. Dangers liés aux matériels

- L'équipement doit être conçu de façon à faciliter l'entretien, sans présenter de risque pour la santé et la sécurité du consommateur et des personnes qui l'utilisent ;

- Les matériels doivent être résistants à la corrosion et doit pouvoir être nettoyé et désinfecté correctement.

1. 3. 10. 3. Dangers liés à l'environnement

Un défaut dans la préparation des emplacements peut entraîner une contamination physique et compliquer les opérations de nettoyage et de désinfection.

L'air a la capacité de transporter des particules de poussière et des micro-organismes qui peuvent physiquement polluer les aliments et provoquer une contamination microbiologique.

Des températures excessives favorisent le développement microbien et accélèrent la décomposition chimique.

1. 3. 10. 4. Dangers liés à la méthode de travail

- Une démarche méthodique : Cela implique de travailler selon un modèle, une procédure et une méthode préétablie ;
- La documentation peut servir à détecter les erreurs, effectuer des mesures correctives et améliorer les produits de viande ;
- Contrôle visuel et la vérification des documents et dates de cachets des certains produits.

1. 3. 10. 5. Dangers liés à la main d'œuvre

L'homme est porteur de micro-organismes. Ils peuvent se trouver sur la peau, les cheveux, en-dessous des ongles. Il est possible pour l'homme de contaminer des aliments en les touchant avec des habits sales ou en fumant, ce qui peut entraîner des putréfactions et des intoxications alimentaires.

Pour une bonne hygiène personnelle, Il faut :

- Porter des vêtements de travail propres et des gants ;
- Une bonne hygiène des mains (laver avec de l'eau chaude et un produit de nettoyage et désinfection adéquat ;
- Les ongles bien coupés et brossés ;
- Les blessures aux mains et aux avant-bras doivent être désinfectées et couvertes avec un sparadrap imperméable, renouvelé régulièrement ;
- Interdiction de fumer, de manger et de boire dans la boucherie ;
- Une formation adaptée en matière d'hygiène des denrées alimentaires et des instructions appropriées.

MATERIEL ET METHODES

La partie pratique de ce travail a été réalisé au laboratoire pédagogique de département de biologie, Faculté des sciences et technologie, Université de Ain Témouchent.

2. 1. Sélection des zones de prélèvement

Les échantillons analysés ont été prélevés de la région de Ain Témouchent. Les points de prélèvement étaient sélectionnés selon la méthode aréolaire qui consiste à repérer des airs sur le plan de la région de Ain Témouchent. Les zones repérées ont été visité puis des échantillons ont été prélevés de boucherie disponible dans la zone. Les échantillons prélevés étaient reportés sur le Tableau 06.

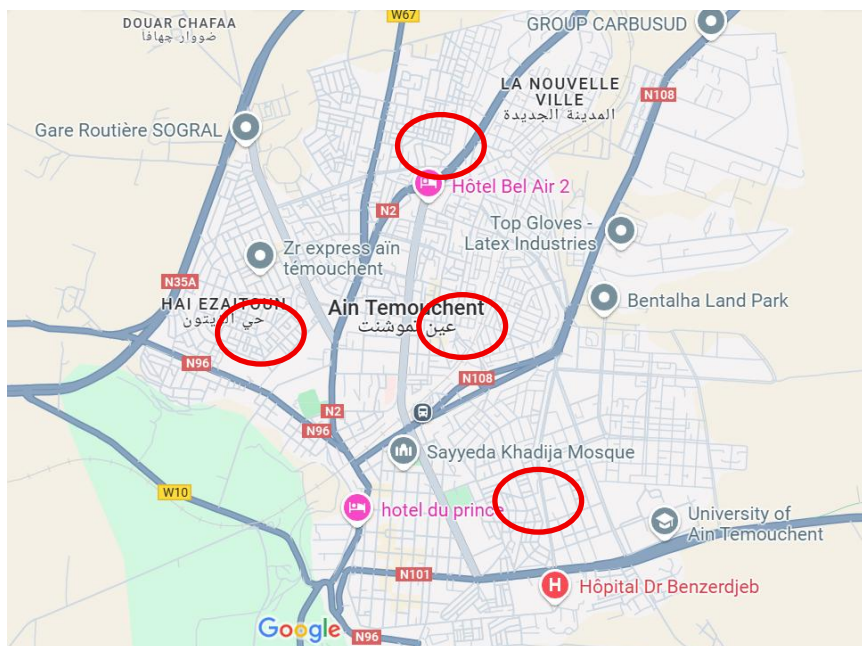


Figure 05: Zone de prélèvement des échantillons sectionnées. Les cercle en rouge indique les zones repérées.

2. 2. Prélèvement des échantillons

Comme montre le tableau 06, 14 échantillons de différents types de charcuterie (2 échantillons de 02 saucisses poulet, 08 saucisses viande, 03 boudin de rate, 01 kadid), ont été prélevé de 4 zones de la ville de Ain Témouchent. Une quantité de chaque échantillon ont été prélevé puis déposé dans des sacs stériles. Les unités prélevées étaient ensuite transférées, dans une glacière, au laboratoire pour l'analyse microbiologique.

Tableau 06 : Type, nombre et lieu des prélèvements réalisés.

Type de l'échantillon	Nombre de échantillons	Date de prélèvements	Lieu de prélèvement
Saucisse de viande	8	10-12/02.2025	Les castors, marché couvert.
Saucisse poulet	2	10-12/02.2025	Les castors, Marché couvert.
Boudin de rate	3	10-12/02.2025	Ville, Castors.
Kadid	1	10-12/02.2025	Village Ain Temouchent

2. 3. Analyse microbiologique des échantillons

Dans cette étude, les microorganismes recherchés dans les produits de charcuterie cru sont ceux recommandés par le tableau de spécification microbiologique de l'arrêté interministériel de 4 octobre 2016. Les échantillons étaient préparés pour l'obtention d'une dilution décimale selon la norme AFNOR.

2. 3. 1. Préparation des échantillons et des dilutions

Une quantité de chaque échantillon collecté a été découpé à l'aide d'un couteau stérilisé, puis pesé. La quantité pesée était ensuite broyée et homogénéisée dans un mortier contenant un volume d'eau peptonée stérile nécessaire d'avoir une dilution mère de 10^{-1} (Figure 06).

Des dilutions décimales successives ont été réalisées en transférant 1 mL de la dilution mère dans 9 mL d'eau peptonée stérile. Avant chaque transfert, la dilution doit être bien homogénéisée, à l'aide d'un vortex, afin d'assurer une bonne répartition des micro-organismes.



Figure 06 : Broyat de l'échantillon de Merguez de viande rouge.

2. 3. 2. Recherche et Dénombrement des microorganismes

Pour l'ensemble des micro-organismes les ensemencements ont été effectués en surface sur milieu solide. Cependant, comme montrait sur le tableau 07, pour chaque microorganisme des milieux sélectifs étaient utilisés suivant la procédure réglementée ou scientifiquement approuvée.

Un volume de 0,5 mL de chaque dilution a été étalé à la surface de milieux spécifiques à la recherche de chaque microorganisme souhaité. L'ensemble des cultures ont été incubées à 30°C pendant 24h.

Pour la recherche des *Clostridium* sulfite-réducteur, la dilution mère était traitée thermiquement à 80°C pendant 10 minutes.

Tableau 07 : Procédure de recherche de microorganismes de charcuterie ciblés dans cette étude.

Microorganismes	Milieu Utilisé	Agent de sélection	Lecture et interprétation	
Flore Aérobie Mésophile Totale	PCA (Plate Count Agar)	Néant	Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leurs multiplications. Cela peut inclure des entérobactéries, des Bacillus, des staphylocoques, des Pseudomonas, des bactéries lactiques ou d'autres agents potentiellement pathogènes	
Dénombrement des coliformes et entérobactéries,	VRBL (Violet Red Bile Lactose)			VRBL(Violet Red Bile Lactose Agar) selon les normes ISO 4831 et ISO 4832.
Staphylococcus aureus	Baird-Parker	additionnée de jaune d'œuf et tellurite de potassium.		
Clostridium	Viande de foie	Clostridium-Sulfite-Réducteur (CSR) :	10 minutes à une température de 80°C	
Entérobactéries, notamment Escherichia coli.	EMB (Eosin Methylene Blue)			
bactéries entériques telles que Salmonella et Shigella	SS et gélose héktoen			

2. 3. 3. Test d'orientation de l'identification préliminaire

En plus des aspects phénotypiques et morphologiques des colonies sur les milieux des isolements, quelques tests d'orientation de l'identification ont été réalisés.

2. 3. 3. 1. Etude microscopique

Etude microscopique de coloration de Gram

L'examen microscopique après coloration de Gram était effectué pour confirmer la pureté des isolats obtenus ainsi que de déterminer le type de Gram (positif ou négatif) des isolats ainsi que la forme des cellules (bacilles ou cocci).

Au terme du processus de coloration, les bactéries dites Gram négatifs apparaissent roses tandis que les bactéries dites Gram positifs sont colorés en violet.

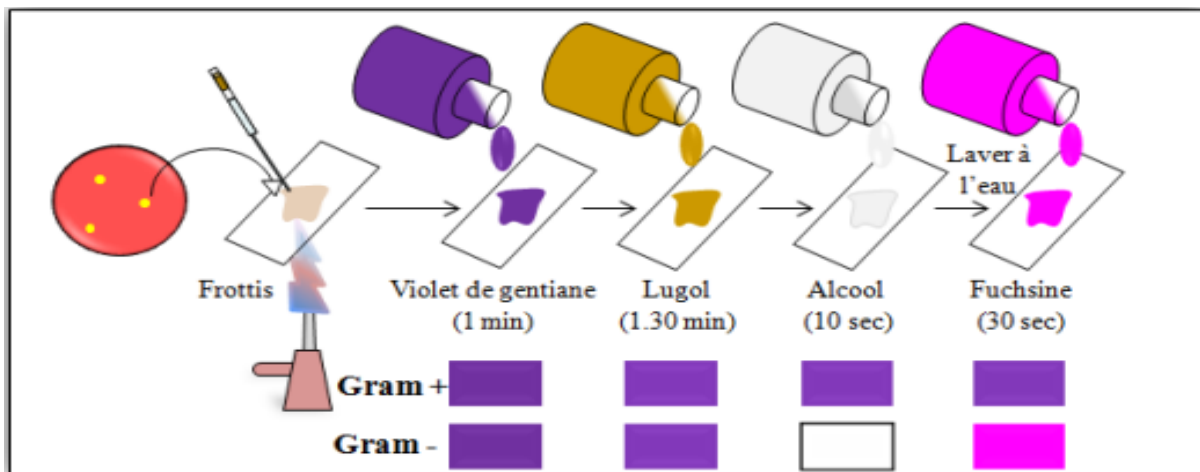


Figure 07 : Procédure de coloration de Gram.

Observation à l'état frais (motilité)

L'observation à l'état frais était utilisée pour vérifier la mobilité des cellules. Entre lame et lamelle, une suspension bactérienne était observée à l'état frais sous microscope optique à différents grossissements de $\times 40$ à $\times 100$.

Les cellules jugées motiles sont des cellules qui vibrent dans différentes directions.

2. 3. 3. 2. Quelques tests biochimiques de confirmation de l'authentification des *Enterobacteriaceae*

Quelques tests biochimiques étaient effectués pour confirmer l'appartenance de microorganismes suspectés.

Fermentation du mannitol/motilité

Le milieu appelé Mannitol-Mobilité est un milieu de culture utilisé pour (1) révéler la fermentation du mannitol et (2) mettre en évidence la mobilité des cellules bactériennes. Les milieux sont prêts à l'emploi dans tubes sous forme d'un culot.

Les tubes en culot contenant le milieu Mannitol-Mobilité ont étéensemencés par piqûre centrale à l'aide d'une pipette Pasteur. Les cultures étaient ensuite incubées à 30°C pendant 48 heures.

Après incubation, la fermentation du mannitol est traduite par virage de couleur en jaune. Par ailleurs, la motilité des cellules est révélée par un spirale autours de piqure centrale.

Recherche d'oxydase

L'oxydase est une enzyme catalysant une réaction d'oxydo-réduction impliquant une molécule de dioxygène (O₂) comme accepteur finale d'électron. Dans ces réactions, l'oxygène est réduit en eau (H₂O) ou en peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).

Le test oxydase est utilisé pour déterminer si la bactérie contient de l'enzyme oxydase ou non. Le principe de test repose sur l'interaction de l'ose avec le réactif « diméthyle paraphylène diamine » contenu dans le disque.

Une colonie a été prélevée avec une pipette pasteur puis déposée sur un disque oxydase contenant « diméthyle paraphylène diamine ». Après quelque seconde les résultats ont été observés à l'œil nu. Les résultats positifs ont traduit pas l'apparition de couleur mouve.

2. 3. 3. 3. D'autres tests biochimiques

Test de l'esculine

Le test à l'esculine est utilisé pour identifier les bactéries capables d'hydrolyser l'esculine en présence de sels biliaries, produisant ainsi une coloration noire du milieu.

Un tube de milieu à esculine incliné estensemencé par strie puis incubé à 30°C pendant 24h. Après incubation, l'hydrolyse de l'esculine est traduite par aspect noir.

Test de Citrate de Simmons

Le milieu de culture Citrate de Simmons favorise l'identification de certaines bactéries capables d'utiliser le citrate de sodium comme unique source de carbone et d'énergie. Ces bactéries ont une perméase du citrate et les enzymes nécessaires pour le catabolisme du citrate.

La pente du milieu de citrate de Simmons étaitensemencée par strie à l'aide d'une anse de platine, à partir de la culture de l'isolat testé. L'incubation des cultures étaient réalisées à

37°C pendant 24h. Après incubation, les isolats utilisant le citrate bleuissaient le milieu dû à l'alcalinisation de pH du milieu suite à la libération des composés alcalins, notamment de l'ammoniac ou des ions ammonium

Test TSI (Triple, Sucre iron)

Ce test est utilisé pour étudier l'utilisation préférentiel des trois sucres (lactose, saccharose, glucose) ainsi que la capacité à produire du gaz H₂S (Larpent, 1997).

C'est un milieu solide incliné, il contient trois sucres (glucose, saccharose, lactose) le rouge de phénol comme indicateur de pH. Pendant préparation, les tubes contenant de la gélose en fusion sont inclinés. Cette inclination permet d'avoir un métabolisme aérobie dans la pente et anaérobie dans le culot (Larpent, 1997).

La lecture aura lieu après 24h à 48h par le comptage des colonies noires de 2 à 5 mm de diamètre et observation d'une zone claire autour des colonies dans les 5 min qui suivent.

2. 3. 3. 4. Profile biochimique de la galerie API 10S

La galerie API 10 S est un système standardisé pour l'identification des bactéries selon les caractères biochimiques.

Des microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui simule les tests. Les réactions qui se déroulent durant la phase d'incubation se manifestent par des changements de couleur grâce à l'ajout de réactifs.

Ces réactions sont interprétées à l'aide du Tableau de Lecture, et l'identification est réalisée en se référant à la liste des profils fournie dans le mode d'emploi ou grâce à un logiciel d'identification.

À l'aide d'une pipette, 3 colonies morphologiquement identiques sont prélevées et mises en suspension de l'eau physiologique.

Avant d'entamer l'inoculation, les alvéoles de boîtes étaient remplis par l'eau pour éviter la dessiccation lors de l'incubation.

Les tubes et cupules des tests qui portent un cadre tels que GLU ont été remplis avec la suspension et les cupules des tests soulignés tels que ADH et URE ont été remplis aussi avec la suspension sur laquelle a été ajoutée une couche d'huile de paraffine (anaérobiose). Cependant, les autres tests seulement les tubes des tests sont remplis avec la suspension précédente pour éviter la formation de bulles d'air au fond des tubes.

Les cultures étaient incubées à 30°C pendant 24 heures. Après incubation, la galerie sera lue et les résultats comparés au tableau de lecture.

Sur la fiche de résultats sont notées toutes les réactions spontanées ou révélées par l'addition des réactifs.

L'identification était réalisée à l'aide de logiciel en ligne APweb®.



Figure 08 : Galerie API 10 S avant incubation pour l'isolat E1.

RESULTATS ET DISCUSSION

3. 1. Contamination bactérienne

Dans cette étude les micro-organismes recherchés sont *E. coli*, *Staphylococcus* à coagulase positive, Anaérobies sulfito-réducteurs) ceux (sont recommandés par l'arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires « charcuterie crues à consommer après cuisson » publié au Journal officiel de 2 juillet 2017,) l'exception de *Salmonella* spp est mentionnés dans le tableau de critère microbiologique qui n'était pas pris en compte pour des raisons techniques. Par ailleurs, d'autres microorganismes étaient ciblés à savoir FAMT et les *Enterobacteriaceae* y compris les coliformes.

En effet, les FAMT, se sont des qui donne une idée sur la contamination générale de produit.

Quant aux *Enterobacteriaceae*, il s'agit d'un groupe de microorganismes d'origine intestinale comprenant la plupart des microorganismes intestinales y compris les coliformes et *E. coli*. La contamination par ces bactéries donne une aperçue globale sur l'hygiène de process lié surtout aux mains d'œuvre.

La présence et la prolifération de ces microorganismes sont influencées par plusieurs facteurs. En effet, des facteurs tels que (1) l'hygiène des locaux, (2) la température, (3) l'humidité, ainsi que (4) les pratiques des employés jouent un rôle déterminant dans le développement microbien. Par exemple, un nettoyage insuffisant des surfaces ou des équipements peut favoriser la contamination croisée, tandis qu'une mauvaise gestion des températures peut permettre la multiplication rapide de certains pathogènes. De plus, le non-respect des règles d'hygiène personnelle, comme le lavage des mains ou le port d'équipements de protection, contribue également à l'introduction et à la dispersion des micro-organismes. Ainsi, les conditions de travail constituent un environnement propice ou défavorable à la croissance microbienne, expliquant en partie la variabilité des contaminants observés dans les produits analysés.

Résultats et discussion

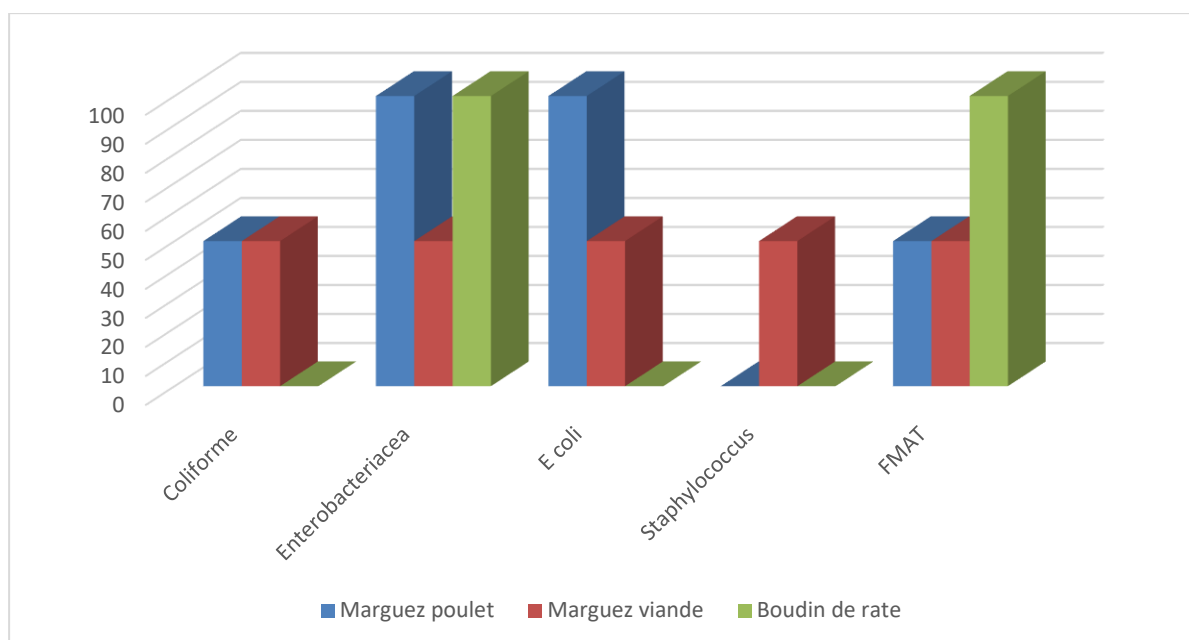


Figure 09 : Fréquence de contamination de produits de charcuteries cuits analysés dans cette étude.

Comme montre la figure 09, l'analyse microbiologique des produits de charcuterie traditionnelle crue (merguez de viande et de volaille, boudin de rate et kadid non séché) a révélé une fréquence de contamination hétérogène qui dépend de produit analysé et de microorganismes recherché. En effet, la fréquence de contamination est influencée par plusieurs facteurs à savoir la nature de la viande, les conditions d'abattage, de préparation, ainsi que l'environnement de transformation.

Les résultats ont montré que les échantillons de merguez de viande rouge sont le plus contaminés qui contient l'ensemble des microorganismes recherchés (Coliforme, *Staphylococcus* à coagulase positive, *Enterobacteriaceae*, *E. coli* et FAMT), suivi par la merguez de viande de poulet qui contient les mêmes microorganismes sauf les *Staphylococcus* a coagulase positive. Cependant, le boudin de rate et de Kadid est moins contaminé qui renferme seulement les FAMT. Cette contamination en matière de nombre de groupe de microorganismes omniprésents dans boudin de rate et de Kadid est due probablement à leur activité d'eau faible. En plus de l'activité d'eau, la salinité de Kadid est un facteur limitant de croissance de microorganismes et leur présence.

3. 1. 1. Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)

Les colonies considérées comme la flore aérobie mésophile totale (FAMT) sont l'ensemble des colonies obtenus sur milieu PCA à 30°C. Comme montre la figure 10, ces microorganismes sont présents dans l'ensemble des échantillons analysés avec des fréquences de contamination comprise entre 50% et 100%. La préparation de viande type merguez sont moins contaminé (50%), tandis que autres préparations de viande (Boudin de rate et Kadid), l'ensemble des unités sont contaminés. Ce taux de contamination est probablement lié au nombre des unités analysés.

Cette contamination est probablement liée à la modalité de préparation moins stricte durant la préparation de Boudin de la rate et de Kadid par rapport aux d'autres types de Merguez. Cette différence dans ces échantillons entre les études est due au nature du produit, à des différences liées aux conditions de vente et de stockage

Le kadid est souvent préparé de manière artisanale, exposé à l'air libre, Cela favorise la contamination par les micro-organismes (bactéries pathogènes ou d'altération (Rane, 2011). En effet, l'exposition de ce produit en contact avec la poussière et les mauvaises conditions hygiéniques de préparation et de vente favorisent leur contamination par des bactéries pathogènes.

Le boudin de la rate peut aussi être préparé dans des conditions moins rigoureuses, avec du sang ou des abats, ce qui augmente le risque microbien.

Aussi le facteurs environnementaux et séchage à l'air libre ou le stockage à température ambiante favorisent le développement de certaines bactéries, surtout si les conditions d'hygiène ne sont pas respectées.

Les résultats ont montré qu'il n'y avait aucune relation entre les concentrations et les fréquences de contamination. En effet, malgré la fréquence de contamination de la merguez de viande rouge par cette flore est faible, sa concentration est élevée atteint 7 log ufc/g. Par ailleurs, le boudin de la rate avec une fréquence très élevées, la concentration de cette flore est faible. La rate est un organe déjà stérile à l'intérieur de l'animale.

Le kadid frais a présenté une charge élevée (7,65 log UFC/g), ce qui indique une contamination initiale importante. Cela est cohérent avec les travaux de **Bensalah et al. (2022)** qui ont observé une flore aérobie supérieure à 7 log UFC/g dans des kadids analysés avant séchage. La merguez de viande montrait aussi des charges significatives (3,27 log UFC/g), indiquant une manipulation ou des matières premières de qualité microbiologique moyenne. La

merguez de poulet, quant à elle, reste en dessous (1,97 log), ce qui peut traduire une chaîne de froid mieux respectée.

Les résultats obtenus dans cette étude pour FMAT ont montré une similitude avec les résultats de **El allaoui et al. (2012)** où le taux moyen de contamination en FMAT était de 5,3 log UFC/g avec valeur minimale de 4,3 log UFC/g et maximale de 5,9 log UFC/g.

3. 1. 2. *Enterobacteriaceae*

La recherche des *Enterobacteriaceae* était effectuée sur milieu les trois milieux VRBGA, EMB et ENDO. Les colonies suspectées de *Enterobacteriaceae* sont des bactéries de couleur rose respectivement sur milieu VRBGA, EMB et ENDO. Ces bactéries sont dénombrées dans l'ensemble des sorts de viandes à l'exception de kadid ce que signifie que le Kadid ne présente pas des indicateurs de contamination fécale ou la salinité détruit ces microorganismes. Une forte fréquence de contamination était reportée pour la merguez de viande poulet (2/2) et boudin de la rate (3/3), tandis que la merguez de viande est moins contaminée (4/8). Ces fréquences sont en accordance avec les fréquences reportées par plusieurs auteurs. Il est constaté également que probablement le nombre des échantillons affecte la fréquence de contamination, car le nombre des échantillons est faible.

L'abattoir représente un point important en matière d'hygiène des viandes et l'opération d'abattage est perçue comme l'étape où le risque de contamination est le plus élevé (entre 80 et 90% de la microflore présente dans les viandes destinées aux consommateurs provient des contaminations survenant à l'abattoir).

3. 1. 3. Coliforme

Les coliformes sont des microorganismes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. La recherche de ces bactéries a été effectué sur milieu Désoxycholate. Les colonies de suspecté sont des colonies avec une couleur rose) rouge.

Les boudins de la rate ne contiennent pas des coliformes tandis que les analyses ont montré la présence des *Enterobacteriaceae*. Cela signifie que les bactéries d'*Enterobacteriaceae* présentes dans le boudin sont différent de coliforme. Par ailleurs, les merguez de deux types de viande ont révélé une contamination par le coliforme. La contamination par les coliformes dans les unités de merguez de

poulet est passé de 100% contaminé par les *Enterobacteriaceae* en 50% par les coliformes.

Ces résultats conduisent à déduire qu'il s'agit de contamination fécale due au manque d'hygiène. Cependant, les autres unités de viande de Bodin de la rate et de merguez de poulet présentent des microorganismes probablement liés aux conditions d'hygiène de process.

Les résultats de fréquence de contamination ont montré l'absence d'une relation entre les fréquences de contaminations en *Enterobacteriaceae* et les coliformes. Ces résultats signifient que les bactéries détectées dans les unités qui ne contiennent pas de coliforme sont d'autres microorganismes appartenant à l'*Enterobacteriaceae*. Cependant l'inverse n'est pas correct.

Les échantillons contaminés par les coliformes présentent des concentrations comprises entre 0 à 4,98 dans la merguez de viande avec une concentration moyenne de 3,40 Et entre 0 à 4,64 pour la merguez de poulet avec une moyenne de 2,32 Selon l'analyse de variance aucune différence significative n'était déduite. Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées (3,6 log ufc/g) par **Tawfeek et al. (1989)** dans les saucisses aux niveaux de certaine région à Jiddah, Arabie Saoudite. Le résultat est aussi similaire à la moyenne de contamination des saucisses fraîches prélevées par **Cohen et al. (2006)**.

3. 1. 4. *E. coli*

Les *E. coli* sont des bactéries appartenant à la famille d'*Enterobacteriaceae* et le groupe de coliforme. Les colonies déduites comme *E. coli* sont des colonies qui donnent aspect métallique sur milieu ENDO et EMB. Les résultats ont montré que l'ENDO a donné des colonies plus claires par rapport à EMB. Cependant pas de différences significatives étaient constatées pour la détection de cette bactérie. D'après les résultats déduits précédemment, l'ensemble des échantillons qui contiennent les coliformes peut avoir *E. coli* mais pas forcément contenir *E. coli*, car *E. coli* est une bactérie thermotolérante. Cependant, l'ensemble des échantillons contaminés par les *Enterobacteriaceae* contient des *E. coli*. Les isolats suspectés de *E. coli* étaient soumis à une observation microscopique après coloration de Gram, test de mobilité, recherche de l'oxydase. Les résultats ont montré que ces isolats sont tous des Bacilles à Gram négatif, motile et oxydase négative. D'autres tests complémentaires étaient réalisés à l'aide de la galerie API 10S (Figure 10).

À cet effet, il était déduit que la fréquence d'*E. coli* dans les échantillons de merguez de viandes analysés. Cependant, les autres unités de boudins de la rate et de kadid ne contient aucune colonie de *E. coli*.

La présence de *E. coli* dans la merguez (5,34 log) est particulièrement préoccupante pour un produit cru. Ces résultats sont en accordance avec les résultats rapportées par **Ammor et al. (2006)** sur des saucisses traditionnelles marocaines, signalant jusqu'à 4,9 log de *E. coli* dans des échantillons frais avant fermentation.

3. 1. 5. *Staphylococcus* à coagulase positive

Les colonies suspectées sont des bactéries noires avec un halo clair et un précipité. La présence de cette bactérie a été observée dans des échantillons de merguez de viande rouge avec une fréquence de 50% (4/8).

Dans une étude de **Chaalal (2013)**, a isolé seulement de 20 % de *Staphylococcus aureus* provenant d'échantillons de Merguez.

Il est possible que ces échantillons aient été contaminés par des individus porteurs de *Staphylococcus aureus* lors de différentes manipulations (une manipulation post-abattage inappropriée).

Cela peut suggérer que les conditions de fabrication ou de stockage ne sont pas optimales, mais que la contamination reste dans des niveaux relativement faibles. Cependant, même une faible concentration de cette bactérie peut être préoccupante si les conditions de température et de gestion ne sont pas strictement contrôlées.

Quant à la concentration de *Staphylococcus* à coagulase positive est dans l'ordre de 2 log ufc/g. Ces concentrations sont en accordance avec les résultats reportés par **Bouزيد et al. (2015)**, qui montraient une concentration moyenne de **2,02 log₁₀ ufc/g** pour Merguez.

3. 1. 6. *Clostridium sulfito-reducteur*

Cette bactérie est une bactérie sporulé anaérobie. Elle peut retrouver dans Tenant compte de la nature de kadid, dont l'activité de l'eau faible et la salinité.

Les résultats montrent un taux de contamination de 100% et 12% respectivement pour le kadid (1) et la merguez de viande rouge (1/8) avec une concentration indénombrable.

Ces bactéries proviennent des ingrédients des épices et d'autres ingrédients ajoutés aux produits.

3. 1. 7. Autres bactéries

Ces bactéries ont été obtenues sur différents milieux utilisés. Leurs colonies sont différentes de colonies atypiques de *Enterobacteriaceae*, et d'*E coli*.

- Sur milieu EMB : colonies non atypiques avec couleur blanche qui ne fermentent pas le mannitol a montré sa motilité, bacille à gram négatif, oxydase négative.
- Sur milieu VRBGA : les colonies de couleur marron sont des bactéries à Gram négative, bacilles oxydase positive.

Quant à l'identification par galerie API 10S a montré que ces isolats testés peuvent être :

- - Isolat 1, 2 et 4 : *Proteus mirabilis*
- - Isolat 3 : *Enterobacter aerogenes*

Résultats et discussion

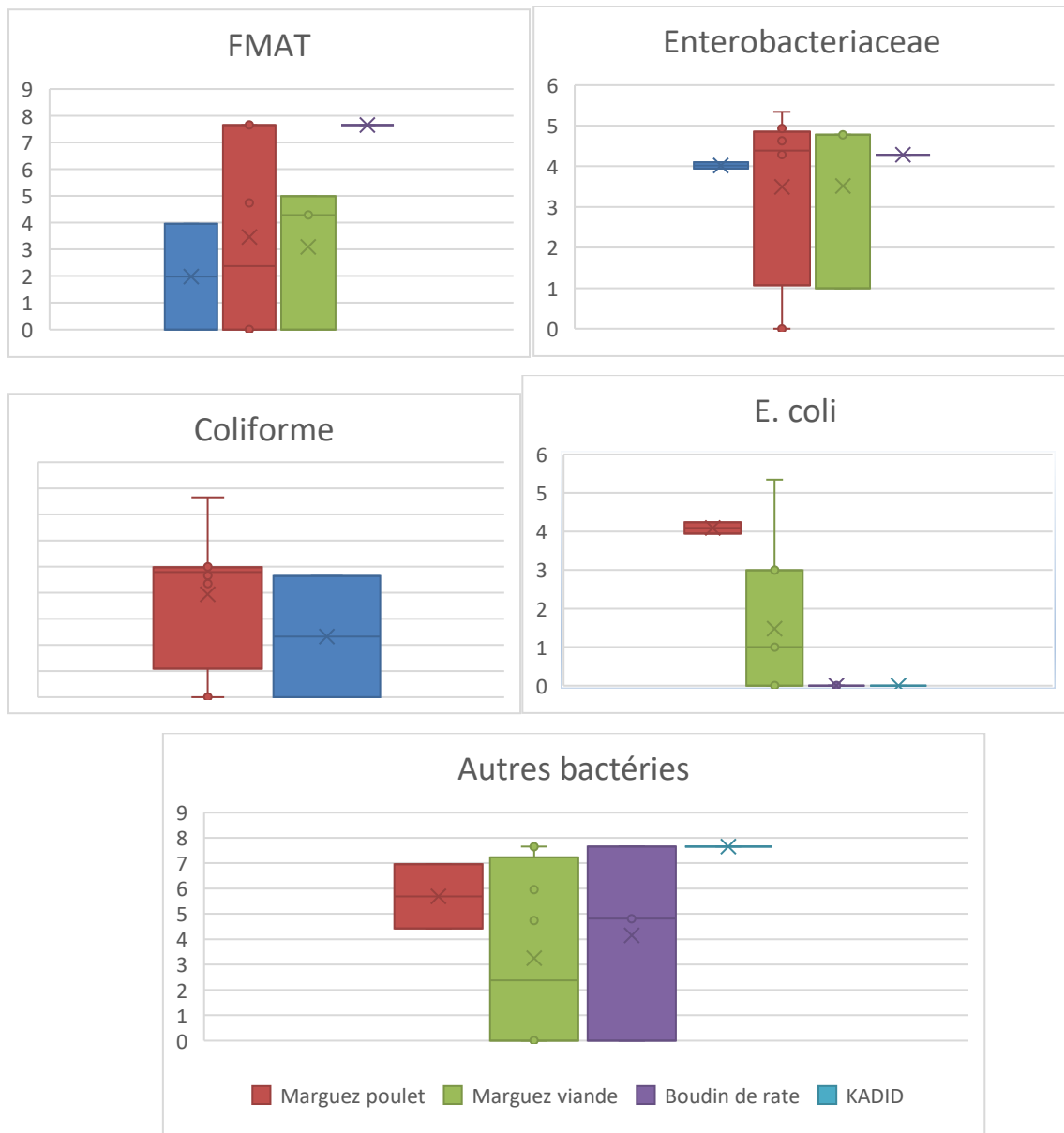


Figure 10 : Distribution de la concentration de différentes bactéries dénombrées.

Résultats et discussion

API 10S V4.0 [Instructions](#) [Vérification des couleurs](#) [Réinitialiser](#)

+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4
ONPG	GLU	ARA	LDC	ODC	CIT	H2S	URE	TDA	IND	OX	NO ₂
7			7			7			0		

[Valider](#)

API 10S V4.0 [Impression](#) [Export](#) [Nouveau test](#) [Modification](#)

REFERENCE

DATE

COMMENTAIRE

PROFIL INACCEPTABLE	
Galerie	API 10S V4.0
Profil	7 7 7 0
Note(s)	POSSIBILITE DE <i>Serratia marcescens</i> CONFIRMER PAR DES TESTS SEROLOGIQUES

Taxons significatif(s)	% ID	T	Test(s) à l'encontre							
<i>Proteus mirabilis</i>			ONPG	1%	ARA	1%	LDC	1%	NO2	93%
<i>Salmonella enterica ssp arizonae</i>			URE	0%	TDA	0%	NO2	99%		
<i>Serratia marcescens</i>			ARA	19%	H2S	0%	TDA	0%	NO2	95%
<i>Serratia liquefaciens</i>			H2S	0%	URE	5%	TDA	0%	NO2	99%
<i>Salmonella spp</i>			ONPG	4%	URE	0%	TDA	0%	NO2	99%

Figure 11 : Résultats de l'identification de l'isolat 1.

CONCLUSION

Conclusion

Le travail présenté dans ce mémoire a été consacré à l'évaluation de la contamination microbienne de certains produits de charcuterie crue à consommer après cuisson., en s'appuyant sur des analyses microbiologiques (recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FMAT), les coliformes, les Clostridium sulfito-réducteurs, Salmonella, Staphylocoques aureus et les Entérobactéries.

Au terme de cette étude, l'analyse microbiologique a montré que la contamination des viandes étudiées est très élevée. Ceci a entraîné une évolution rapide de la flore bactérienne qui limite de conservation et de consommation de ces viandes

Pour améliorer l'hygiène des viandes et prévenir les dangers de toxi-infections alimentaires, nous recommandons que certaines actions correctives soient mises en place :

- Mise en place ces produit de charcuteries dans une température inférieure à +3°C.
- Nettoyage et désinfection des outils de coupe à l'aide de produits détergents.
- Les lieux de stockage doivent être régulièrement désinfectés, tout en surveillant la température de conservation.
- Envisager des audits dans les boucheries.

Réaliser fréquemment des analyses microbiologiques pour chaque étape de production

Adopter des approches comme BPH et HACCP pour réduire les risques sanitaires pour les consommateurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Ammor, Mohammed Salah, Tauveron, Guillaume, Dufour, Eric, & Chevallier, Isabelle. (2006). Characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional sausages of Morocco. *Meat Science*, **73**(4), 660–667.

Aouadhi, C., et al. (2013). Étude de la qualité microbiologique de viandes et charcuteries vendues au détail dans les comptoirs réfrigérés en Tunisie. *Revue Méd. Vét.*, **164**(6), 276–281.

B

Bensalah F, et al. (2022). Évaluation microbiologique du kadid traditionnel algérien. *Rev. BioSci.* **10**(2):73–81.

Benkerroum N, Bouhlal Y, Attar AE, Marhaben A. (2004). Occurrence of shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157 in selected dairy and meat products marketed in the city of Rabat, Morocco. *J. Food Prot.* **67**(6):1234–1237.

Bensid, A., et al. (2018). *Qualité microbiologique des merguez artisanales commercialisées dans la région d'Oran (Algérie)*. *Revue de Microbiologie Industrielle Sanitaire et Environnementale*, **12**(2), 95–102.

Belli P, Cantoni C, Stella S, Bernardi C. (2013). Hygiene and safety in meat transport. *Ital. J. Food Saf.* **2**(1):37–41.

Berthoud H. (2011). *Méthodes de conservation des produits à base de viande*.

Bourgeois CM, Laveau J. (1996). *Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires*. Paris: Lavoisier TEC & DOC.

Bourguig M, Djehel A. (1999). [Titre de l'article].

Budju Lobo I. (2010). Analyse bactériologique des saucissons vendus dans les alimentations de la ville de Kisangani dans la commune Makiso. Mémoire de licence en biologie, orientation biotechnologie, Université de Kisangani.

Références bibliographiques

C

Chaalal M. (2013). Étude microbiologique de la viande hachée vendue dans la région de Tlemcen. Mémoire de fin d'études, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.

Ciqual. (2013). *Table de composition nutritionnelle des aliments* Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

Cohen N, Karib H. (2006). Risque lié à la présence des *Escherichia coli* dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique. *Technol. Lab.* p. 4–9.

Craplet C. (1966). *La viande de bovins, de l'étable à l'assiette du consommateur*. Tome 8, Livre 1. Paris: Éd. Vigot Frères.

D

Daoudi A, Frentz JC, Martin JL, Mekhtiche L. (2006). Les produits charcuteries halal: Charcuterie et préparations bouchères. Conflandey: MAE-ERTI, p. 492.

Delarras C. (2007). *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou le contrôle sanitaire*. Paris: Tec & Doc.

Doulgeraki AI, Ercolini D, Villani F, Nychas GJE. (2012). Meat spoilage during distribution. *Meat Sci.* 91(2):166–172.

Dupin H, Cuq JL, Malewiak ML, Leynaud-Rouaud C, Berthier AM. (1992). *Alimentation et nutrition humaines*. Paris: Éd. ESF.

Dupin H. (1990). *Alimentation humaine*. Paris: INRA.

Durand P. (1999). *Technologie des produits de charcuterie et des salaisons. Ingrédients et Additifs*. Paris: Lavoisier, Technique et documentation.

F

FAO. (2007). *The State of Food and Agriculture 2007: Paying Farmers for Environmental Services*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Références bibliographiques

Feng P. (2001). *Escherichia coli*. In: Labbé RG, García S, eds. *Guide to Foodborne Pathogens*. New York: John Wiley & Sons, p. 143–162.

FICT. (2010). *Charte collective d'engagements volontaires de progrès nutritionnels de la FICT pour les principales charcuteries produites et consommées en France*. Version grand public.

François M. (2005). [Titre de l'article].

G

Gaey Y, Bauchart D, Hocquette TF, Culioli T. (2002). Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*

Gagaoua M, Boudechicha HR. (2018). Ethnic meat products of the North-African and Mediterranean countries: an overview. *J. Ethn. Foods* 5:83–98.

Gandhi M, Chikindas ML. (2007). *Listeria*: A foodborne pathogen that knows how to survive. *Int. J. Food Microbiol.* 113(1):1–15.

Girard JP, Denoyer C, Maillard T. (1988). Le hachage grossier - La restructuration des pâtes fines. *Technol. Viande Prod. Carnés* 215–226.

Gram L, Ravn L, Rasch M, Bruhn JB, Christensen AB, Givskov M. (2002). Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 78(1–2):79–97.

Guelmamene R. (2020). Techniques utilisées pour le contrôle de la qualité structurale des viandes et des produits carnés (Review). *Rev. Nat. Technol.* 12(2):11.

Guiraud JP. (1998). *Microbiologie alimentaire*. Paris: Dunod.

Guiraud J. (2003). *Microbiologie alimentaire*. Paris: Dunod, p. 136–139.

H

Références bibliographiques

Holah JT, Bird J, Hall KE. (2004). The microbial ecology of high-risk, chilled food factories; evidence for persistent *Listeria spp.* and *Escherichia coli* strains. *J. Appl. Microbiol.* 97(1):68–77.

J

Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. (2005). *Modern Food Microbiology*. 7th ed. New York: Springer.

Jordan M. (2006). Jordan D, Phillips D, Morris S, Jenson I, Sumner J. (2006). A national survey of the microbiological quality of beef carcasses and frozen boneless beef in Australia. *J. Food Prot.* 69(5):1113–1117.

K

Keeton JT, Eddy S. (2004). Chemical composition. In: Jensen W, Devine C, Dikeman M, eds. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Elsevier, p. 210–217.

L

Larpent JP. (1997). *Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire*. Paris: Lavoisier, p. 860–870.

Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2006). *Lawrie's Meat Science* (7th ed.). Woodhead Publishing.
→ Cet ouvrage est une référence incontournable en science des viandes.

Le CIRC. (2015). Centre International de Recherche sur le Cancer *Le programme des Monographies du CIRC évalue la consommation de la viande rouge et des produits carnés transformés*.

Lemaire M. (1984). Traitement de la carcasse - Préparation des viandes. In: *Les viandes: Hygiène et technologie*. Paris: I.T.S.V., p. 59–88.

Lessire M. (2001). Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. *Prod. Anim.*

Références bibliographiques

Lücke FK. (2000). Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Sci.* 56(2):105–115.

M

Migaud M, Frenzt JC. (1982). *La charcuterie crue et les produits saumurés*. Orly

N

Nilus P, Forrat C, Apfelbaum M. (1995). Diététique et nutrition. Paris : Masson.

Nouichi S, Hamdi TM. (2009). Hygienic quality of raw cow's milk and traditionally made dairy products collected in the Algerian region of Tiaret. *Food Control* 20(7):693–697.

Nychas G-JE, Skandamis PN, Tassou CC, Koutsoumanis KP. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Sci.* 78(1–2):77–89.

O

OMS. (2016). Cancérogénicité de la consommation de viande rouge et de viande transformée. Genève : Organisation mondiale de la santé.

Oumokhtar M, et al. (1998). [Titre de l'article ou rapport manquant]. [*Source non précisée*].

R

Rane S. (2011). Street vended food in developing world: hazard analyses. *Indian J. Microbiol.*

Rémond D, Péron MA, Savary-Auzeloux I. (2010). Viande et nutrition protéique. In: Bouchart B, Picard B, editors. *Muscle et viande de ruminants*. Versailles: Quae; p. 225–255.

Rivas L, Mena C, Taboada EN. (2020). The role of animals in foodborne pathogens: transmission and persistence. *Microorganisms* 8(3):385.

S

SAVIC. (1970). Mode de préparation de saucisses merguez et de saucisses de bœuf. Rome : FAO; 50 p.

SAVIC M. (1974). Produits de charcuterie pur bœuf. Dakar : I.T.A., Rapport interne n°139; 29 p.

Scott E. (2003). Microbial contamination and food hygiene. Oxford: Blackwell Publishing.

Simões M, Simões LC, Vieira MJ. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. *LWT Food Sci. Technol.* 43(4):573–583.

Staron T. (1982). Viande et alimentation humaine. Paris : Apria; p. 110–111.

Schmid A. (2011). Valeur nutritive de la viande et des produits carnés. Frick : Viande Suisse; p. 1–5.

Sokamte N, et al. (2019). [Titre et source à compléter].

T

Tawfeek KA, Abdel-Hafez AM, Feda AA. (1989). Microbiological quality of cured meat in Jeddah markets. *J. King Abdulaziz Univ. Sci.* 1(2):39–50.

Toldrá F. (2010). [Titre manquant]. [Source à préciser].

V

Viala G, Botta C. (2005). Toxicologie, 2e édition. Paris : Éditions Tec & Doc; p. 5–6, 10, 204–206

ANNEXES

Annexe 1

Matériels de laboratoire



Figure : L'autoclave de laboratoire (photo originale)



Figure : Bain marie de laboratoire (photo originale)



ANNEXES 3 : Préparation des milieux

Plate Count Agar (PCA)

Ingrédients	Quantité pour 1L
Enzymatic casein	5,0g
Yeast extract	2,5g
Glucose	1,0 g
Bacteriological agar	15g

EMB (Eosin Methylene Blue)

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone	10,0g
Lactose	10,0g
Eosine	0,4g
Bleu de méthylène	0,065g
Hydrogénophosphate de potassium	2,0g
Agar	15 ,0g

pH=6,8

Eau peptonée

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone exempte d'indole	10,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g

pH=7,2

Gélose Chapman

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone	10,0g
Extraits de viande de bœuf	1,0g
Chlorure de sodium	75,0g
Mannitol	10,0g
Rouge de phénol	0,025g
Agar	15g

pH=7,4

ANNEXES 3 : Préparation des milieux (Suite)

Baired- parker (gélose)

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone	10g
Extrait de viande de bœuf	4g
Extrait de levure	2g
Pyruvate de sodium	10g
Glycocelle	12g
Emulsion de jaune d'œuf	50 cm
Tellurite de potassium	0,1g
Chlorure de lithium	5g
Agar	20g

King A

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone A	20g
Glycérol	10g
Chlorure de magnésium	1,4g
Sulfate de potassium	10g
Agar	12g

King B

Ingrédients	Quantité pour 1L
Peptone de viande	10g
Peptone de caséine	10g
Phosphate dipotasique	1,5g
Sulfate de magnésium	1,5g
Agar	15g

ملخص :

تتمحور هذه الدراسة حول تقييم الجودة الميكروبيولوجية لثلاثة أنواع من منتجات اللحوم المحلية: النقانق، الكديد، وبودان الطحال. وتُبرز تأثير ممارسات الإنتاج، التحويل والاستهلاك على جودة اللحوم. أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية مستويات مختلفة من التلوث حسب نوع المنتج: فالنقانق، الغنية بالماء وغالبًا ما تُحضّر بطريقة تقليدية، تحتوي على تنوع في الفلورا الميكروبية قد يشمل أحيانًا جراثيم ممرضة؛ أما الكديد، وهو منتج مملح ومجفف، فيُظهر تلوثًا منخفضًا ولكنه معرض لخطر نمو العفن؛ في حين أن بودان الطحال، الغني بالعناصر الغذائية ويتعرض لمناولة مكثفة، يُعدّ الأكثر تلوثًا، خصوصًا بالجراثيم ذات الأصل البرازي. توصي الدراسة بتطبيق صارم لممارسات النظافة الجيدة، وتكوين المنتجين، والالتزام بالمعايير الميكروبيولوجية لضمان السلامة الصحية لهذه المنتجات التقليدية.

الكلمات المفتاحية: اللحوم المحفوظة، التلوث، الاستهلاك، النظافة.

Abstract :

This study focuses on the evaluation of the microbiological quality of three local meat products: sausages, kaddid, and spleen blood sausage. It highlights the influence of production, processing, and consumption practices on meat quality. Microbiological analyses revealed varying levels of contamination depending on the product: sausages, which are high in moisture and often prepared using traditional methods, showed a diverse microbial flora that sometimes included pathogenic bacteria; kaddid, a salted and dried product, showed low bacterial contamination but carried a risk of mold development; spleen blood sausage, rich in nutrients and subject to extensive handling, was found to be the most contaminated, particularly with fecal indicator bacteria. The study recommends the strict application of good hygiene practices, proper training of producers, and compliance with microbiological standards to ensure the sanitary safety of these traditional products.

Keywords : Charcuterie, contamination, consumption, hygiene.

Résumé :

L'étude porte sur l'évaluation de la qualité microbiologique de trois produits de charcuterie locaux : les saucisses, le kaddid et le boudin de rate. Elle met en évidence l'influence des pratiques de production, de transformation et de consommation sur la qualité de la viande. Les analyses microbiologiques révèlent des niveaux de contamination différents selon les produits : les saucisses, riches en eau et souvent fabriquées artisanalement, présentent une flore variée incluant parfois des germes pathogènes ; le kaddid, produit salé et séché, montre une faible contamination mais un risque de moisissures ; le boudin de rate, très nutritif et fortement manipulé, présente la contamination la plus élevée, notamment d'origine fécale. L'étude recommande l'application rigoureuse des bonnes pratiques d'hygiène, la formation des producteurs et le respect des normes microbiologiques pour garantir la sécurité sanitaire de ces produits

Mots clés : Charcuterie, contamination, consommation, hygiène