

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Docteur
en

Médecine vétérinaire

THEME

**Évaluation de la contamination
bactérienne des denrées alimentaires et
des surfaces dans une industrie de
transformation de viande de volaille.**

Présenté par :

Melle : RAFAI Yasmina.

Melle : LOUKKAL Sabrina

Soutenu publiquement, le 16 octobre 2020 devant le jury :

Mme BOUHAMED R.	MCB (ENSV)	Présidente
Mr HAMDI T.	Professeur (ENSV)	Examinateur
Mme BOUAYAD. L	MCA (ENSV)	Promotrice

2019/2020

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussigne, RAFAI Yasmina, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

signature

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafai Yasmina', with a stylized flourish at the end.

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussigne, LOUKKAL Sabrina , déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

signature

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S. Loukkal', written in a cursive style.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de la réalisation de notre projet de fin d'études.

On voudrait dans un premier temps remercier, notre promotrice M. BOUAYAD. L, maitre de conférences A en hygiène et sécurité des aliments au sein de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à Mme. BOUHAMED. Enseignante à l'École Nationale Supérieure Vétérinaire qui a accepté de présider le jury de soutenance, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde et sincère reconnaissance.

Nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements au Professeur HAMDI. Enseignant à l'École Nationale Supérieure Vétérinaire qui a accepté d'examiner notre travail, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde et sincère reconnaissance.

A tous nos enseignants de l'ENSV.

Dédicaces

À ma très chère mère

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

À mon très cher père

Mon précieux cadeau de Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect, tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A ma très chère grand-mère

Ma deuxième mère, qui m'a accompagné par ses prières, sa douceur, puisse Dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé.

A mes tantes et oncles Nabila, Radia, Hafida, Fazia, Hassen et Nacer

Une famille au sein de laquelle je me suis toujours senti chez moi et qui m'ont toujours considéré comme une des leurs. Je vous remercie pour tous ce que vous avez fait pour moi.

A ma sœur et mes frères Lydia, Samir, Anis et Lounis

A tous les moments d'enfance passés avec vous, en gage de ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apporté, Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé. Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

A mes très chères amies Thouraya, Dihia, Sabrina, Razika, Warda, Yasmine, Ouiza

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs. Vous avez su me soutenir et me réconforter, j'exprime envers vous une profonde admiration, reconnaissance et attachement inconditionnels.

A Ash, depuis que je t'ai connu, tu n'as cessé de me soutenir et de m'épauler. Tu me voulais toujours du bien. Ta présence ne m'a procuré que confiance et stabilité. Merci de faire partie de ma vie.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien.

« Merci d'être toujours là pour moi. »

Yasmína

Dédicaces

À ma mère,

Tu es bien plus qu'une maman, tu es une amie, une grande sœur, une confidente, tu es au fait, tout pour moi. Ta douceur et ta force m'ont donné le courage d'arriver où j'en suis. Tu as tout été là pour moi, même dans les moments les plus difficiles, tu étais là, juste à côté moi, toujours compréhensive, toujours à l'écoute, même si ça pouvait prendre des heures, voir des jours. Ton amour et ta joie de vivre, tes blagues et tes rires, me comble de bonheur. Tu es la prunelle de mes yeux maman, mon soleil du matin, ce que j'ai de plus cher en ce monde, que Dieu te garde pour moi, je t'aime.

À mon père,

Papa, si tu savais à quel point c'est rassurant de juste t'entendre parler. Tu m'as redonné confiance en moi quand je l'avais perdue. Tu n'as jamais douté de moi, quand moi-même j'avais des doutes. T'entendre dire : "Je serais toujours là pour toi ma fille, ne t'inquiètes pas", a fait naître en moi la rage de réussir pour te rendre fier papa. Ta gentillesse et ta bienveillance envers moi me procurent cette sensation de sécurité intouchable. Tu m'as toujours traité comme une princesse, tu es l'homme de ma vie papa ... Et à chaque prière, je ne t'oublie pas, je prie Dieu pour qu'il te guérisse et te garde pour nous tous mon très cher papa.

À mon frère et ma sœur,

Rabah, Yasmine, vous me connaissez mieux que personne, merci de m'accepter comme je suis, je suis chiante je le sais. Avec vous je n'ai jamais peur d'être moi-même, vous avez vu le pire et le meilleur en moi. Toujours présents quand j'en avais besoin, ma réussite est la vôtre. Vous ne savez pas à quel point je vous porte dans mon cœur, de plus belles années nous attendent ensemble, toujours unis, toujours réunis.

À ma grand-mère,

Je te dédie ce travail jida, tu aurais été tellement fière de me voir diplômée. Parce que la mort n'arrête pas l'amour, tu resteras à jamais gravé dans ma mémoire.

À mes amies,

Yasmina, Dihia, Sabrina, Razika, Warda, Yasmine, Ouiza, vous êtes mes chéries, mes beautés. Aussi différentes que vous l'êtes toutes, je vous adore comme vous êtes. Je remercie Dieu de vous avoir mis sur mon chemin, j'ai de la chance d'avoir connu des personnes aussi vraies que vous l'êtes. On a partagé le meilleur comme le pire, les pleurs et les rires. Merci pour cet amour, cette folie, cette joie de vivre. Vous êtes ma deuxième famille. Mes amies, moi j'en suis certaine, les plus belles années de nos vies sont celles qu'on n'a pas encore vécues. Toutes ensemble, pour le meilleur.

"Mon bonheur c'est VOUS"

Sabrina

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
--------------------	----

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.

CHAPITRE I : VIANDES.....	03
---------------------------	----

1. Définition de la viande	03
2. Différents types de viandes.....	03
3. Caractéristiques de la viande.....	03
3.1.Histologique	03
3.2.Nutritionnelle.....	04
3.3.Organoleptique	06

CHAPITRE II : MICROBIOLOGIE DE LA VIANDE.....	07
---	----

1. Contamination ante-mortem.....	07
2. Contamination post-mortem.....	07
3. Dangers microbiologiques de la viande.....	08
3.1. Définition du danger.....	08
3.2.g Définition du danger microbiologique.....	08
3.3. Conséquences hygiéniques des dangers microbiens	09
3.3.1. Putréfaction liée aux germes d'altérations.....	09
3.3.2. Toxi-infections alimentaires liées aux germes pathogènes.....	09
3.4. Conséquences technologiques des dangers microbiens	10
3.4.1. Evolution des caractères organoleptiques.....	10

3.4.2. Modifications biochimiques	11
4. Organismes indicateurs.....	12
4.1. Définition.....	12
4.2. Germes indicateurs d'hygiène des procédés.....	12
CHAPITRE III : CONTAMINATION DES SURFACES.....	14
1. Hygiène des procédés.....	14
2. Sources de contamination en industrie alimentaire.....	14
2.1. Matière.....	15
2.2. Méthode.....	16
2.3. Main d'œuvre.....	17
2.4. Matériel.....	17
2.5. Milieu.....	18
3. Nettoyage et désinfection	18
3.1. Nettoyage.....	18
3.2. Désinfection.....	19

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

1. Objectifs de l'étude	20
2. Matériels et méthodes	20
2.1. Matériels.....	20
2.1.1. Unité de fabrication	20
2.1.2. Prélèvements.....	20
2.1.3. Matériel de prélèvement.....	23
2.1.4. Matériel de laboratoire.....	23
2.1.5. Réactifs et milieux utilisés.....	25
2.1.6. Période de l'étude	26

2.2.Méthodes.....	26
2.2.1. Méthode de prélèvement.....	26
2.2.2. Méthode d'analyse.....	27
A. Dénombrement des Entérobactéries.....	28
B. Dénombrement de <i>Staphylococcus</i>	29
C. Recherche des Salmonelles.....	30
2.2.3. Exploitation des résultats	31
D. Dénombrement pour les denrées alimentaires	31
E. Dénombrement pour les surfaces	32
F. Interprétations des résultats des lames gélosées.....	33
3. Résultats et discussion	34
3.1.Résultats des dénombrements des denrées alimentaires	34
3.1.1. Dénombrements des Entérobactéries et <i>Staphylococcus</i> spp.....	34
3.1.2. résultats de la recherche des Salmonelles.....	37
3.2.Résultats des dénombrements sur les surfaces	38
3.2.1. Dénombrements de la FAMT et Entérobactéries et <i>Staphylococcus</i> spp..	38
3.2.2. Résultats de la recherche des salmonelles.....	41
4. Conclusion	42
5. recommandations.....	43
Références	45

Liste des abréviations

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

CCIA: Computer and Communication Industry Association.

DGCCRF: Direction Générale de la Concurrence et de la Répression des Fraudes.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

INRS: Institut National de Recherche et de Sécurité.

ISO : Organisation Internationale de Normalisation.

ISSA : Internal Social Security Association.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

EHEC : *Escherichia Coli Entéro-Hémorragique*.

FAMT : Flore Aérobique Mésophile Totale.

E. Coli : *Escherichia coli*.

EB : Entérobactérie.

Cm² : centimètre carré.

ml : Millilitre.

NF : Norme Française.

pH : potentiel hydrogène.

SM : Solution Mère.

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point.

HIDAOA : Hygiène et Industries des Denrées Alimentaires d'Origine Animale.

TIAC : Toxi-Infection Alimentaire Collective.

TSE : Tryptone Sel Eau.

TSI : Triple Sugar Iron.

UFC : Unité Formant Colonie.

VRBG : Violet Red Bile Glucose Agar.

XLD : Géllose Xylose Lysine.

Liste des figures

Figure 01 : Histologie du muscle.....	04
Figure 02 : <i>Escherichia coli</i> (grossissement *15000).....	13
Figure 03 : Diagramme d'Ishikawa.....	15
Figure 04 : Logigramme pour le dénombrement des Entérobactéries.....	28
Figure 05 : Logigramme pour dénombrements des <i>Staphylococcus</i>	29
Figure 06 : logigramme pour recherche des Salmonelles.....	30
Figure 07 : Interprétation des lames gélosées.....	33
Figure 08 : Contamination des échantillons alimentaires par les Entérobactéries et <i>Staphylococcus</i>	35
Figure 09 : Evolution de la contamination par les Entérobactéries le long du processus de fabrication	36
Figure 10 : Evolution de la contamination par <i>Staphylococcus</i> le long du processus de fabrication.....	36
Figure 11 : Contamination des surfaces par la FAMT et les Entérobactéries.....	40

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Composition de la viande.....	04
Tableau 02 : Valeur nutritionnelle pour 100g de poulet, blanc, sans peau, cuit.....	05
Tableau 03 : Différentes surfaces prélevées.....	21
Tableau 04 : Différentes denrées prélevées.....	22
Tableau 05 : Matériels de prélèvements.....	23
Tableau 06 : Matériels de laboratoire	24
Tableau 07 : Milieu et réactifs utilisés	25
Tableau 08 : Résultats du dénombrement des Entérobactéries et des Staphylocoques dans les aliments.....	34
Tableau 09 : Recherche des Salmonelles dans les échantillons alimentaires.....	37
Tableau 10 : Résultats du dénombrement de la FAMT, des Entérobactéries et des Staphylocoques sur les surfaces.....	38
Tableau 11 : Interprétation des résultats des lames gélosées.....	39
Tableau 12 : Recherche des Salmonelles sur les surfaces.....	41

Résumé :

La viande est une composante importante du régime alimentaire humain, compte tenu de sa richesse en protéines, minéraux et autres éléments nutritifs. Cependant elle constitue un excellent milieu de culture pour les micro-organismes tels que les bactéries menaçant ainsi le caractère propre de la consommation humaine.

Ce travail a pour objectif d'étudier l'impact de la contamination des surfaces sur celle des denrées alimentaires en contact. A cet effet, 18 échantillons ont été prélevés dans une industrie de transformation de viande de volaille. Les résultats obtenus mettent en lien la contamination des surfaces avec celle de la denrée alimentaire, en effet ; la matière première devient plus contaminée après hachage du fait de la forte charge bactérienne au niveau du hachoir, allant de 4.10^5 UFC/g à 6.10^5 UFC/g.

Ainsi, Il est impératif de mettre en place un plan de nettoyage et désinfection efficace, lequel serait encadré par un système de maîtrise de l'hygiène tel que le HACCP.

Mots clés : Surface, Denrée alimentaire, HACCP.

Abstract :

Meat is an important component of the human diet because of its richness in protein, minerals and other nutrients. However, it constitutes an excellent culture medium for micro-organisms such as bacteria that threaten the cleanliness of human consumption.

The objective of this work is to study the impact of surface contamination on the contamination of foodstuffs in contact with it. For this purpose, 18 samples were taken in a poultry meat processing industry. The results obtained link the contamination of surfaces with that of the foodstuff, in fact; the raw material becomes more contaminated after mincing due to the high bacterial load at the mincer level, ranging from 4.10^5 CFU/g to 6.10^5 CFU/g.

In addition, it is imperative to set up an effective cleaning and disinfection plan, which would be framed by a system of hygiene control such as HACCP.

key words : Surface, Foodstuff, HACCP.

ملخص:

اللحوم عنصر مهم في النظام الغذائي البشري، نظراً لثرائه بالبروتينات والمعادن... و لكنه يشكل وسط مثالي لتكاثر الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا، مما يهدد الصحة البشرية.

الهدف من هذا العمل هو دراسة أثر المساحات على المواد الغذائية. ولذلك تم تحليل 18 عينة على مستوى مصنع غذائي خاص بتحويل الدجاج. بينت النتائج المتحصل عليها بان المادة الخام تصبح أكثر تلوثاً بعد الفرغ بسبب التركيز البكتيري العالي على مستوى الفرامة، حيث ان التركيز يزداد من نسبة 4.10^5UFC/g الى نسبة 6.10^5UFC/g

ان دل هذا على شيء فإنما يدل على ان تلوث المواد الغذائية مرتبط ارتباطاً وطيداً بتلوث المساحات.

لذلك، وجب وضع خطة فعالة للتنظيف والتطهير، يشرف عليها نظام مراقبة النظافة الصحية مثل نظام HACCP.

الكلمات المفتاحية: المواد الغذائية ، الكائنات الدقيقة.

Introduction

La viande est l'aliment tiré du muscle des animaux, On distingue trois sortes de viandes : la viande rouge qui provient du bœuf, du mouton et du cheval ; la viande blanche qui comprend la viande de veau, du porc, du lapin et des volailles ; la viande noire qui est issue du gibier (**Blanchard, 2012**).

Elle constitue un aliment de choix très apprécié par l'homme du fait de sa richesse en protéines, en plus de sa haute teneur en fer, zinc, sélénium, vitamines B12 ... ,elle est ainsi indispensable pour une ration alimentaire équilibrée (**Jacotot *et al.*, 1983**).

Cependant, la viande, constitue un excellent milieu de culture pour les micro-organismes tels que les bactéries, ces dernières peuvent provoquer des altérations et impacter négativement la qualité organoleptique pour aboutir à la putréfaction qui constitue une altération majeure de la viande. Les bactéries pathogènes altèrent la qualité hygiénique de la viande. Elles provoquent des toxi-infections alimentaires chez l'homme qui peuvent parfois être mortelle (**Azam, 1971**).

La contamination bactérienne que subit la viande peut parfois être originaire de la souillure des différentes surfaces avec lesquelles elle est en contact, notamment lors de sa transformation (découpe, broyage, hachage, mélange, malaxage ...) et lorsque les procédures d'hygiène ne sont pas respectées. Les produits finis peuvent alors être emballés et directement commercialisés au niveau de supermarchés ou restaurants alors qu'ils ne seraient pas propres à la consommation humaine (**Ndiaye, 2002**).

Notre projet de fin d'études s'inscrit dans le cadre d'une prospection visant essentiellement à étudier la contamination bactérienne des produits à différents stades d'une chaîne de transformation de viande de volaille, ainsi que les contaminations de surfaces aux points où ces produits sont prélevés.

Cette étude a pour but d'apprécier l'impact des contaminations de surfaces sur les produits.

Notre étude est constituée de deux parties :

- Une partie bibliographique qui porte sur l'hygiène et le danger microbiologique des viandes ainsi qu'à l'étude de la contamination des surfaces.
- Une partie expérimentale qui porte sur la description du protocole expérimental, les résultats et leur discussion ainsi qu'une conclusion.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : VIANDES

I.1. Définition de la viande :

La viande est l'aliment tiré des muscles des animaux, principalement des mammifères et des oiseaux (Larousse, 1960).

Le Codex alimentarius (2008) définit la viande comme étant toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin.

I.2. Différents types de viandes :

Il existe différents types de viandes que nous pouvons classer en :

- Viandes rouges : bœuf, veau, cheval, porc, mouton, agneau, chèvre ...
- Viandes blanches : volailles
- Viandes noires : gibier
- Viande de brousse (viandes d'animaux sauvages) (Blanchard, 2012).

I.3. Caractéristiques de la viande :

I.3.1. Histologique :

La viande est un ensemble de muscles constitué de fibres musculaires, groupés en faisceaux et entourés par du tissu conjonctif composé essentiellement de collagène (figure N1).

Trois types d'enveloppes conjonctives se différencient : une gaine de tissu conjonctif entourant chaque fibre musculaire (l'endomysium), une gaine entourant un groupe de fibres musculaires (le périmysium) et enfin une gaine enveloppant l'ensemble du muscle et qui se prolonge par les tendons (l'épimysium) (Educagri, 2001).

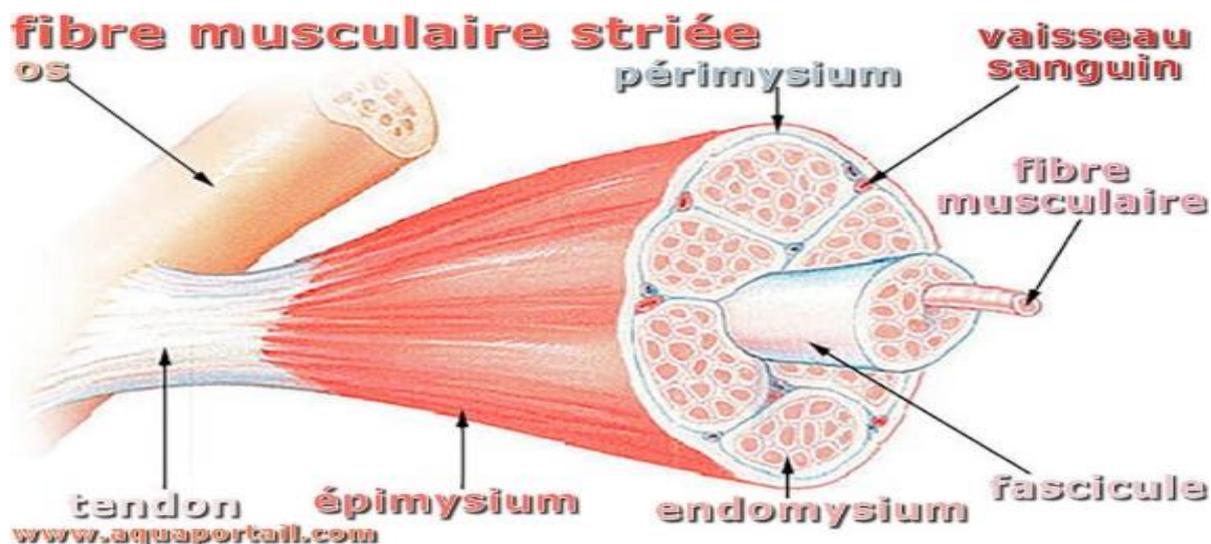


Figure N1 : Histologie du muscle (Educagri, 2001)

I.3.2. Nutritionnelle :

Les majeures valeurs nutritionnelles de la viande sont résumées dans le tableau N°1

Les protéines constituent la fraction pondéralement la plus importante. La composition en acides aminés des protéines de la viande est remarquablement équilibrée. Elles sont riches en acides aminés indispensables, en particulier les acides aminés soufrés (Jacotot *et al.*, 1983) .

Tableau N°1 : Composition de la viande (Jacotot *et al.*, 1983)

Nom des constituants	Pourcentage
Eau	75%
Protéines	18.5%
Lipides	3%
Substances azotées non protéiques	1.5%
Glucide et catabolites	1%
Composés minéraux	1%

- **Viandes de volailles :**

Les viandes de volailles sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses.

En effet cette faible teneur calorique, associée à la grande richesse de ses protéines, en font des aliments de choix pour les régimes hypocalorique (**Larbier et Leclerq, 1992**).

La composition des valeurs nutritionnelles pour 100 g de poulet, blanc, sans peau, cuit est résumée dans le tableau N2.

**Tableau N2 : Valeurs nutritionnelles pour 100 g de poulet, blanc, sans peau, cuit
(Larbier et Leclerq, 1992)**

Macronutriments	Valeurs
Calories	511 kJ/121 kcal
Eau	72,5 g
Protéines	26,20 g
Lipides	1,17 g
Glucides	Traces

I.3.3. Organoleptiques :

- **Couleur :**

La couleur rouge des fibres musculaires est due principalement à la myoglobine (transporteur de l'oxygène à l'intérieur de la cellule).

Cette couleur dépend également de la présence ou l'absence d'oxygène, en effet la surface d'une viande fraîchement coupée est rouge vif car la myoglobine fixe l'oxygène de l'air, alors que le cœur de la pièce est sombre et de couleur pourpre, faute d'oxygène. Si la viande est trop exposée à l'air, la myoglobine s'oxyde et prend alors une coloration brune (**Renand et al., 2002**).

Flaveur :

Elle met en jeu le goût et l'odorat, dont l'origine est un ensemble de composés chimiques volatils et non volatils libérés au cours de la cuisson.

En effet, la viande crue n'a qu'une flaveur peu prononcée liée à la présence de sels minéraux et de substances dissoutes, mais elle contient des substances appelées précurseurs de saveurs, qui après chauffage lui donneront une flaveur caractéristique (**Rousset, 1988**).

Jutosité :

C'est une caractéristique perçue lors de la mastication, on distingue la jutosité initiale qui dépend de la teneur en eau et la jutosité finale engendrée par la salivation qui dépend du gras intramusculaire (**Lameloise et al., 1984**).

Tendreté :

Ce sont les constituants protéiques non solubles de la viande qui sont responsables de la tendreté de la viande, à savoir : le collagène du tissu conjonctif et les protéines myofibrillaires des fibres musculaire sachant que la maturation est sans effet sur les viandes riches en collagène, d'où leurs duretés (**B. Dumont, 1952**).

CHAPITRE II. MICROBIOLOGIE DE LA VIANDE :

La viande est considérée comme le véhicule d'un nombre conséquent de maladies d'origine alimentaire se déclarant chez l'homme. Elle est inévitablement contaminée en raison des manipulations diverses qu'elle subit (FAO, 2006).

On distingue deux types de contaminations :

II.1. Contamination ante-mortem :

La contamination ante-mortem est toujours limitée surtout lorsque l'inspection ante-mortem se fait avec vigueur (élimination des animaux malades, diète hydrique, repos ...)

Cependant lorsque les animaux sont trop stressés ou en état d'agonie, le risque de bactériémie d'abattage est très important ce qui aboutirait au passage des bactéries du tube digestif vers les muscles qui seront alors contaminés (Ndiaye, 2002).

II.2. Contamination post-mortem :

Présente un risque plus important, les germes sont apportés au moment de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses (Charles, 2003).

Il existe deux types de contaminations :

➤ Contamination profonde :

Elle est généralement peu importante car les animaux abattus sont normalement sains. Il faut ainsi écarter tout animal présentant de signes de maladies, blessures, stress à l'origine de la bactériémie d'abattage et respecter les normes de diète hydrique et période de repos (Ndiaye, 2002).

➤ Contamination superficielle :

Elle est généralement plus importante que la contamination profonde due à la multitude de points de risques par lesquelles passe la carcasse. Elle est tout d'abord en contacte directe avec le milieu ambiant qui est généralement impropre (Ndiaye, 2002).

La saignée est une étape déterminante du processus d'abattage sur l'hygiène des viandes, elle doit être effectuée de manière rapide et complète afin d'éviter tout stress de l'animal qui peut être à l'origine d'une bactériémie d'abattage et aussi de permettre l'évacuation du sang au maximum qui constitue un bon milieu de culture pour les micro-organismes favorisant ainsi l'altération de la carcasse (**Larwie, 1988**).

La dépouille est l'éviscération présente un risque de contamination par l'intermédiaire des mains, couteaux, tenues vestimentaires, soufflage à la bouche ou au coup de poing ... (**Charles, 2003**).

Le niveau de contamination est très variable, il se situe en moyenne entre 10^2 et 10^3 germes/cm².

II.3. Dangers microbiologiques de la viande :

II.3.1. Définition du danger

Un danger est défini comme tout agent biologique, chimique ou physique dans un aliment, ou la condition d'un aliment pouvant causer des effets néfastes sur la santé. Les dangers alimentaires peuvent être classés en trois catégories : physique, chimique et biologique (**FAO, 2001**).

II.3.2. Définition du danger microbiologique :

Le danger microbiologique peut se définir comme un effet potentiellement néfaste sur la santé, dû à un micro-organisme (bactéries, virus, parasites), à la suite de la consommation d'un aliment. Il menace à la fois la qualité sanitaire, la qualité organoleptique et la qualité d'usage des denrées (**AFSSA, 2003**).

- Qualité sanitaire : les produits alimentaires peuvent être le vecteur et le support de croissance de germes pathogènes et/ou de leurs toxines.
- Qualité organoleptique et qualité d'usage : la valeur d'usage des denrées est diminuée par le développement d'une flore microbienne d'altération (**Joffin et al., 2003**).

II.3.3. Conséquences hygiéniques des dangers microbiens:

Lorsque la contamination initiale reste limitée, elle ne présente pas de risque immédiat. Par contre, une multiplication de germes peut donner naissance à des quantités de micro-organisme à l'origine d'altérations conduisant à la putréfaction ou de toxi-infections alimentaires (**Joffin *et al.*, 2003**).

II.3.3.1. Putréfaction liée aux germes d'altérations :

L'altération est une modification indésirable des propriétés organoleptiques d'un aliment le rendant impropre à la consommation.

La putréfaction résulte de la dégradation progressive du muscle par des bactéries et certaines levures qui s'attaquent aux protéines musculaires. Les composés issus du développement bactérien sont responsables de l'aspect et de l'odeur des viandes altérées (**Guiraud *et al.*, 1988**).

Les premières manifestations de ce phénomène sont discrètes : odeur dite de relent et modification de l'aspect de la viande qui devient poisseuse. Par la suite, lorsque le phénomène s'intensifie, des modifications plus importantes se développent : odeur putride, noircissement et ramollissement des produits en surface (**Guiraud *et al.*, 1988**).

II.3.3.2. Toxi-infections alimentaires (TIA) liées aux germes pathogènes :

Les TIA sont des maladies contractées exclusivement par voie digestive. Elles apparaissent lors d'ingestion d'aliments ayant subi une contamination par des germes pathogènes.

On considère qu'il y a toxi-infection alimentaire collective (TIAC) quand tout un groupe de personnes, ayant consommé les mêmes produits, présente les mêmes symptômes (**Sciensano, 2019**)

Les agents pathogènes les plus souvent incriminés sont :

+ Bactéries productrices de toxines :

On appelle toxines bactériennes les substances toxiques et antigéniques, élaborées par certaines bactéries (*Clostridium Perfringens*, et *Salmonella (Typhimurium* ou *Enteritidis)* qui produisent une endotoxine ; *Clostridium Botulinum* qui produit une neurotoxine et *Staphylococcus aureus* (ou doré) qui produit une entérotoxine (Catsaras, 2001).

+ Germes infectieux par le nombre :

Salmonella, *Campylobacter* et *Escherichia coli* entérohémorragique figurent parmi les agents pathogènes d'origine alimentaire les plus courants qui touchent des millions de personnes chaque année et s'accompagnent de conséquences graves, voir mortelles.

Fièvres, maux de tête, nausées, vomissements, douleurs abdominales et diarrhée en sont les symptômes (Khayar, 2011).

Les flambées de salmonellose sont notamment provoquées par les œufs, la volaille et autres produits d'origine animale. Les infections à *Campylobacter* sont principalement causées par le lait cru, la volaille crue ou pas assez cuite et d'autres boissons. *Escherichia coli* entérohémorragique est associé au lait non pasteurisé, à la viande pas assez cuite ainsi qu'aux fruits et aux légumes frais (Rajashekra et al., 2000).

II.3.4. Conséquences technologiques des dangers microbiens:

La présence et le développement des micro-organismes à la surface et en profondeur des viandes provoquent des modifications de nature biochimique et physico-chimique (Maltin et al, 2003).

II.3.4.1. Evolution des caractères organoleptiques :

+ Aspect de la surface :

La surface de la viande est légèrement humide au départ, devient en atmosphère humide, de plus en plus gluante au fur et à mesure que progresse le développement microbien. Si l'atmosphère est desséchante, la croissance bactérienne est limitée et laisse la place aux moisissures (Rousset et Lameloise, 1988).

Odeur :

La production d'odeur putride en aérobiose est la marque d'une putréfaction superficielle avancée. De nombreux autres types d'odeur, variable selon les germes ont été caractérisés dans le cas de pollution bactérienne : odeur de moisissure, de panais, de noix, de poisson et odeur éthérée ou encore odeur de pomme de terre, de fromage ou de choux (**Clinquart et al., 2000**).

Couleur :

Elle peut subir de nombreuses altérations qui résultent des variations de l'état d'oxygénation et d'oxydation de la myoglobine. Certaines sont le résultat de réaction chimique directe entre les pigments de la viande et les produits de métabolisme bactérien.

D'autres altérations résultent des changements dans le potentiel d'oxydo-réduction, produits par l'action des bactéries. En outre, quelques enzymes d'origine bactérienne peuvent agir directement sur les pigments. (**Renard et al., 2002**).

II.3.4.2. Modifications biochimiques :

Lipides :

Leur dégradation par les microorganismes est relativement lente, de sorte que dans une viande fraîche, le maigre est généralement pollué et jugé comme tel, organoleptiquement, bien avant qu'une dégradation quelconque du gras puisse être constatée.

De nombreux microorganismes sont susceptibles d'agir sur les lipides tels que : Les bactéries (*Pseudomonas*, *E. Coli*, Salmonelles) et des levures (*Monilia*, *Aspergillus*, *Penicillium*) (**Chappe, 1995**).

pH :

Son augmentation traduit une certaine alcalinisation de la viande qui accompagne le développement de la pollution bactérienne (**Hofmann, 1988**).

✚ Pouvoir de rétention d'eau :

Des corrélations positives élevées entre la croissance des germes d'altération et l'accroissement du pouvoir de rétention d'eau ont été prouvées par de nombreux auteurs (**Hamm, 1986**).

II.4. Organismes indicateurs :

II.4.1. Définition :

Les micro-organismes indicateurs sont une sorte de critères microbiologiques qui sont souvent utilisés par les industriels pour surveiller un processus de fabrication et juger du bon fonctionnement de leur établissement.

Ce sont des critères indicatifs et leurs fonctions comme mécanisme d'alerte sont d'informer les industriels sur les niveaux qui doivent être atteints aux points critiques et/ou dans le produit fini quand ils appliquent les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (**Fedirighi, 2005**).

II.4.2. Germes indicateurs d'hygiène des procédés :

Pour mesurer la pollution microbienne d'un aliment ou d'une surface, il existe des indicateurs d'hygiène qui sont appliqués dans les industries agro-alimentaires.

➤ Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) :

La Flore Aérobie Mésophile Totale, est l'ensemble des micro-organismes, bactéries, levures et moisissures pouvant se développer dans des conditions moyennes de pH, salinité, humidité, en présence d'oxygène et pour des températures de croissance effective de 10 à 45°C (**Bonnefoy et al., 2002**).

C'est un indicateur sanitaire important qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30 °C ce qui permet de dénombrer trois grands types de flore :

- La flore thermophile, température optimale de croissance à 45 °C ;
- La flore mésophile, température optimale de croissance entre 20 °C et 40 °C ;
- La flore psychrophile, température optimale de croissance à 20 °C.

Elle peut être considérée comme flore d'altération car la présence d'une flore mésophile revivifiable indique un processus de dégradation en cours.

➤ **Entérobactéries :**

La famille des entérobactéries englobe un grand nombre d'espèces :

- Certaines sont des parasites pathogènes, comme *Yersinia pestis* (agent de la peste), *Salmonella typhi* (qui cause la fièvre typhoïde) ou *Shigella* (responsable de dysenterie bacillaire) ;
- D'autres sont des bactéries commensales comme *Escherichia coli* ou *Klebsiella* ;
- D'autres encore se trouvent dans le sol et l'eau, et dégradent la matière organique (bactéries saprophytes) comme *Enterobacter* (Perriere, 1992).

➤ **Escherichia coli (E. coli) :**

Les germes *E. coli* sont normalement présents parmi la microflore digestive de l'homme et de nombreux animaux à sang chaud, comme les bovins. La plupart des *E. coli* (**figure N3**) sont sans danger pour l'homme et l'animal. Cependant certaines souches sont pathogènes pour l'homme, à l'exemple d' *Escherichia coli entérohémorragiques* ou EHEC dont la plus connue est *E. coli* O157:H7 et ayant un lien épidémiologique assez étroit avec le bœuf (Fernandes, 2009 ; Bailly *et al.*, 2012).

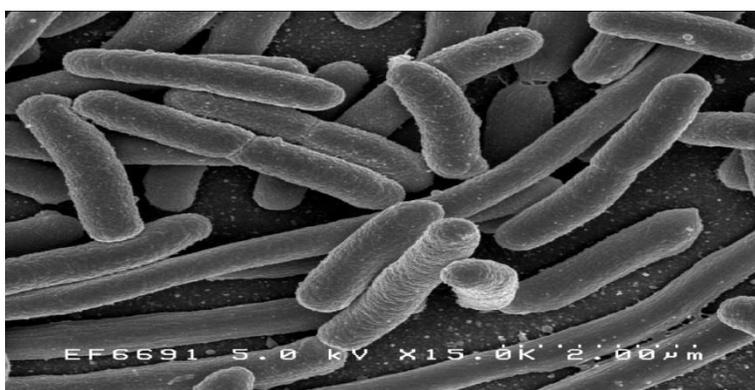


Figure N2 : *Escherichia coli* (grossissement × 15 000) (Anonyme 3, 2019)

CHAPITRE III. CONTAMINATION DES SURFACES :

Les dispositions réglementaires imposent aux opérateurs du secteur alimentaire l'obligation de mettre en place sous leurs responsabilités, un plan de maîtrise sanitaire, qui prend en compte les bonnes pratiques d'hygiène et les procédures fondées sur l'HACCP. Il s'agit en particulier, pour les professionnels, de réaliser une analyse des dangers et de définir les moyens mis en œuvre de façon préventive pour garantir la maîtrise des dangers identifiés **[Règlement (CE) n°2073/2005, modifié par le règlement (CE) n°1441/2007]**.

III.1. Hygiène des procédés :

Les critères d'hygiène des procédés indiquent l'acceptabilité du fonctionnement du procédé de production **(Règlement (CE) n°2073/2005)**.

Un tel critère n'est pas applicable aux produits mis sur le marché. Il fixe une valeur indicative de contamination dont le dépassement exige des mesures correctives destinées à maintenir l'hygiène du procédé, conformément à la législation sur les denrées alimentaires, mais ne permet pas de conclure sur la conformité ou non d'un produit **(Règlement (CE) n°2073/2005)**.

NB : Les critères de sécurité définissent quant à eux, l'acceptabilité d'un aliment sur le plan sanitaire. Le non-respect d'un critère de sécurité entraîne le retrait, le rappel, le retraitement ou le réemploi **(AFSSA, 2008)**.

III.2. Sources de contamination en Industrie alimentaire

L'hygiène est l'ensemble des conditions et mesures nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire, compte tenu de l'utilisation prévue à toutes les étapes de la chaîne alimentaire **(règlement CE 852/2004)**.

Des mesures de maîtrise sont définies en industrie alimentaire comme étant un ensemble de mesures préventives et d'autocontrôle ayant pour but de maintenir l'hygiène alimentaire. C'est un outil permettant le contrôle de l'environnement de la chaîne de production alimentaire pour garantir la sécurité des produit afin de prévenir, éliminer ou réduire la présence de flores pathogènes ou d'altération. Les bonnes pratiques d'hygiène ou de

fabrication doivent permettre de limiter les contaminations dues à l'environnement de fabrication (DGCCRF, 2006).

Pour garantir la qualité et la sécurité des aliments, il est nécessaire d'identifier toutes les sources possibles de contaminations, en s'aidant par la méthode des 5M (Figure N3) : Matière, Milieu, Méthode, Matériels et Main d'œuvre (Chauvel, 1994).

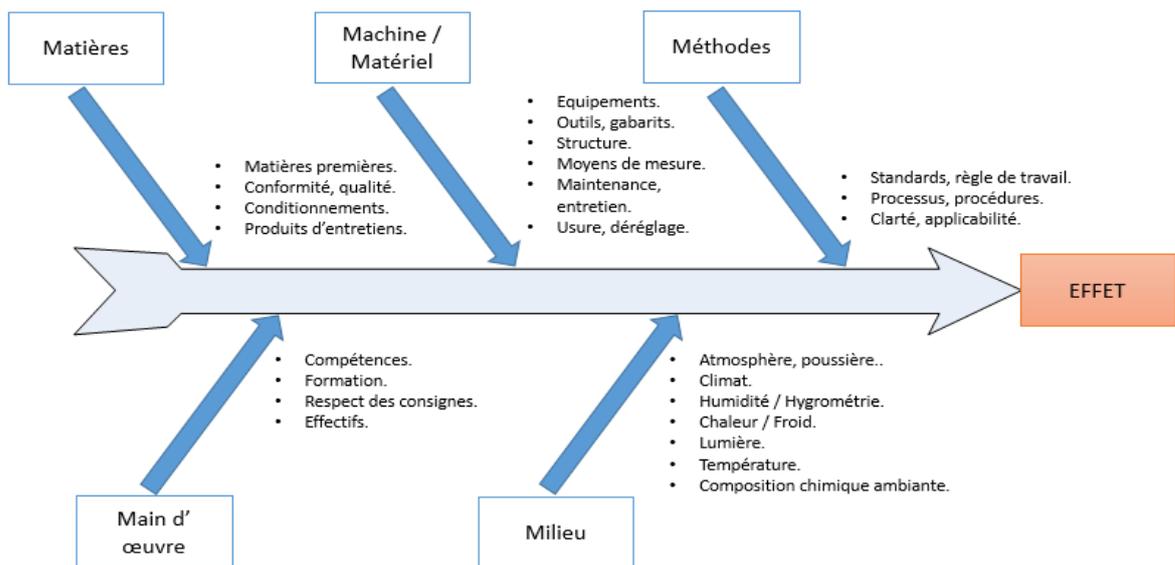


Figure N3 : Diagramme d'Ishikawa (Anonyme 1, 2016).

III.2.1. Matière :

➤ Innocuité :

Il s'agit de s'assurer que les aliments sont sans danger pour le consommateur, et cela en éliminant tout aliment altéré (odeur, couleur ou texture) devenu impropre à la consommation ou pouvant être contaminé (emballage ouvert, contenu qui coule, œufs fissurés, fruits ou légumes pourris, boîtes de conserve bombées ou fondues ...) (Anonyme 2 , 2013).

➤ **Température :**

La température interne des aliments est un facteur déterminant pour la croissance des microorganismes, c'est pour cela qu'il faut régulièrement vérifier la température de l'équipement de conservation des aliments en utilisant un thermomètre fiable et calibré.

Il faut éviter la zone dite « de danger », qui est située entre 4 °C et 60 °C, car les bactéries s'y développent rapidement. Entre 35 °C et 45 °C, leur nombre peut doubler toutes les 15 minutes. C'est pourquoi les aliments potentiellement dangereux qui sont gardés durant un certain temps à la température de la pièce doivent être préparés le plus rapidement possible. Il ne faut sortir que les quantités nécessaires pour la préparation et ranger les aliments au réfrigérateur dès que la manipulation est terminée (**Anonyme 2 , 2013**).

➤ **Maintien de la chaîne de froid :**

Il est important de maintenir les aliments à bonne température (réfrigérés, 4 °C ; congelés - 18 °C) à toutes les étapes de production, depuis la manutention jusqu'à l'entreposage.

C'est ce qui contribue à assurer l'innocuité des aliments et à conserver leurs qualités puisque toute hausse de température accélère la croissance des microorganismes et réduit la durée de vie de l'aliment (**Anonyme 2, 2013**).

➤ **Origine :**

La provenance des aliments a une grande importance, elle peut être à l'origine d'une contamination (**Anonyme 2, 2013**).

III.2.2. Méthode :

Il est impératif d'éviter les risques de contaminations directe et croisée :

- **CONTAMINATION DIRECTE :** Elle se produit lorsqu'un aliment entre en contact direct avec une source reconnue de pathogènes (matières fécales, eaux usées, sol ...) ou avec un contaminant chimique, y compris les allergènes, ou un corps étranger.
- **CONTAMINATION CROISEE :** se produit lorsqu'un aliment entre en contact avec de l'équipement, des surfaces de travail ou des mains qui ont été contaminés par une source reconnue de pathogènes ou avec un contaminant chimique, y compris les allergènes, ou un corps étranger (**Belloin, 1993**)

III.2.3. Main d'œuvre :

➤ **Lavage des mains :**

Les personnes qui sont en contact avec les aliments ou avec le matériel et l'équipement peuvent être une source de contamination si leurs mains ne sont pas propres. Elles doivent donc les laver, avant de commencer le travail et chaque fois qu'il y a un risque de contamination pour les produits (**Belloin, 1993**)

➤ **Etat de santé et blessures :**

Les personnes manipulant les aliments ne doivent pas souffrir d'une quelconque maladie pouvant contaminer les denrées alimentaires. Parmi ses maladies citons : l'ictère, syndrome entérique, syndrome cutané ... (**Rozier et al., 1985**).

➤ **Tenue vestimentaire :**

- Tenue propre et exclusive pour le travail.
- Port d'un bonnet ou résille couvrant complètement les cheveux.
- Enlever, avant de commencer le travail, les montres, bracelets, bagues, boucles d'oreilles, colliers, bijoux ou tout autre objet pouvant tomber dans les aliments (ornements de perçage sur le nez ou les sourcils, faux ongles, faux cils, etc.)
- Ongles courts, propre et sans vernis (**Belloin, 1993**).

III.2.4. Matériel :

Les équipements, ustensiles et emballages, doivent être :

- Propres et non toxiques.
- Démontables et accessibles pour le nettoyage, l'assainissement, l'entretien.
- Présenter des surfaces lisses, non absorbantes et imperméables qui ne peuvent être corrodées et qui sont exemptes de piqûres, de fissures ou de crevasses.
- Résister aux traitements auxquels ils seront soumis, tels que les opérations de nettoyage et d'assainissement.
- Etre gardés à l'abri de la contamination : ils ne doivent jamais être en contact avec des déchets, le sol, ni avec d'autres surfaces inadéquates (**JORA, 2017**).

III.2.5. Milieu :

A l'intérieur du bâtiment :

- Les installations de lavage des mains doivent être en nombre suffisant et disposées adéquatement avec eau potable chaude et froide, savon, serviette à usage unique.
- Les planchers, les murs, les portes et les plafonds doivent être lavables, lisses et sans fissures.
- Les fenêtres, les portes moustiquaires et les bouches d'aération doivent être ajustées de façon à empêcher l'entrée de toute espèce d'animaux.
- Les locaux doivent être propres, ventilés et bien aérés.
- Les dispositifs d'éclairage doivent être protégés des bris dans les aires de préparation ou d'entreposage des aliments (MAPAQ, 2015).

A l'extérieur du bâtiment :

Les déchets doivent être placés dans un endroit réservé, dans des contenants propres, étanches et inaccessibles pour les insectes et les autres animaux (JORA, 2017).

III.3. Nettoyage et désinfection :

Le nettoyage et la désinfection sont deux étapes distinctes et indissociables d'un même processus qui aboutit à des surfaces qui sont physiquement, biologiquement et chimiquement propre.

iii.3.1. Nettoyage :

Le nettoyage est défini comme étant l'élimination des souillures, des résidus d'aliments, de la saleté, de la graisse ou de toute autre matière indésirable (Salvat et Colin, 1996).

L'opération consiste en l'application d'un produit à action détergente, autorisé pour le nettoyage des matériaux au contact des denrées alimentaires. Ce produit doit pouvoir décoller du support, mettre en solution et empêcher la re-déposition des souillures organiques et minérales (Salvat et Colin 1996).

Ces détergents sont donc dotés de propriétés tensioactives : mouillantes, émulsifiantes, dispersantes, moussantes.

Il existe différents types de solvants, ils peuvent être classés comme suit :

- Famille des solvants : alcool à 90 degrés, l'eau de javel, l'essence de térébenthine, l'ammoniaque ou le white spirit ...
- Famille des anticalcaires : bicarbonate de soude, le vinaigre blanc, le sel, le citron ...
- Famille des blanchisseurs : l'eau oxygénée, l'eau de javel ...
- Famille des abrasifs : la terre de Sommières, le savon, les crèmes à récurer ... **(INRS, 2011)**

III.3.2.Désinfection :

Les opérations de désinfection sont la réduction, au moyen d'agents chimiques ou de méthodes physiques du nombre de micro-organismes présents dans l'environnement, jusqu'à l'obtention d'un niveau acceptable et ne compromettant pas la sécurité ou la salubrité des aliments **(Codex alimentarius, 2012)**.

Elle consiste en l'application d'un produit autorisé à action désinfectante. Ce produit, pour être actif doit pouvoir atteindre les micro-organismes dans tous les endroits où ils peuvent encore se trouver (bon pouvoir mouillant), mais doit également pouvoir les détruire, soit en déséquilibrant les forces électrostatiques et électrodynamiques d'adhérence, soit en agissant sur un équipement vital de la cellule (action létale ou inhibition du développement) **(Salvat et Colin, 1996)**.

Il existe plusieurs types de désinfectants :

- Dérivés halogènes (chlore, iode) : agissent selon une réaction d'oxydation du matériel cellulaire et possèdent un très large spectre bactéricide, fongicides, virucide et sporicide.
- Composés d'ammoniums quaternaires : baissent la tension superficielle de l'eau et également s'adsorbent à la surface de la paroi cellulaire, entraînant des perturbations de la physiologie bactérienne.
- Produits amphotères : provoquent un dérèglement du fonctionnement cellulaire par substitution.
- Aldéhydes : possèdent un très large spectre bactéricide mais une action
- relativement lente **(ISSA, 2014)**.

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Objectifs :

Cette étude a pour objectifs d'évaluer la contamination bactérienne des produits alimentaires fabriqués par une unité de production de denrées à base de viande de volaille et « prêtes à utiliser » et d'apprécier leur conformité par rapport à la réglementation en vigueur.

Le deuxième objectif est d'étudier la présence des mêmes germes recherchés dans les produits mais cette fois-ci, sur les surfaces et ce dans le but d'apprécier l'impact de l'environnement sur la contamination des produits fabriqués.

II. Matériels et méthodes :

II.1. matériels :

II.1.1. unité de fabrication et période de l'étude

L'unité où nous avons réalisé notre étude est une unité agroalimentaire spécialisée dans la transformation des viandes de blanches et rouges et la préparation de produits « prêts à utiliser ».

Cette unité est située à Bordj El Kiffan dans la région est d'Alger. Son activité de transformation de base est la fabrication de conserves à base de viande blanche et rouge selon différents procédés tels que le séchage, fumage et la salaison.

L'unité possède deux entrées ; l'une permettant d'avoir accès directement à la salle de transformation où trois ouvrières travaillent six jours sur sept, et l'autre donnant sur le bureau administratif où sont gérées les différentes commandes, ainsi que les achats de la matière première et autre intrants.

II.1.2. Prélèvements

Le choix des surfaces et des denrées à prélever a été motivé par la recherche des points critiques de contamination bactérienne le long de la chaîne de fabrication.

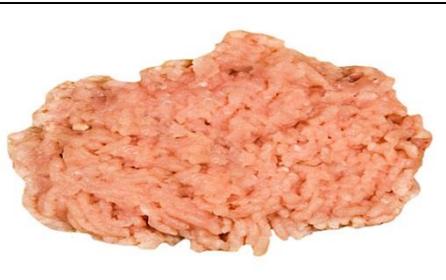
Nous avons prélevé des échantillons alimentaires à différents points de la chaîne de fabrication (matière première, produit semi-fini et produit fini) et nous avons réalisé des prélèvements de surfaces en contact direct avec le produit aux mêmes points où nous avons prélevé les denrées.

Les prélèvements des aliments ont été réalisés de façon à ce que l'échantillon soit représentatif du lot. Une fois prélevés, les échantillons sont acheminés dans une glacière isotherme munie d'ice box vers le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV pour y être traité. Au total (18) prélèvements ont été réalisés, ils sont répertoriés dans les tableaux N3 et N 4.

Tableau N° 03: Différentes surfaces prélevées (Photos personnelles).

Surface	Illustration	Surface	Illustration
Hachoir		Bassine métallique	
Pétrin		Bassine en plastique	
Poussoir		Chambre froide (étagères métalliques)	
Tables		Plateau	

Tableau N° 04 : Différentes denrées prélevées (Photos personnelles).

<p>Nuggets semi-fini (après pousoir) 2prélevemnts</p>		<p>Nuggets produit fini 2prélevemnts</p>	
<p>Cordon bleu semi fini (après pousoir) 2prélevements</p>		<p>Cordon bleu fini 2prélevements</p>	
<p>Fromage</p>		<p>Paté de volaille</p>	
<p>Matière première</p>		<p>Matière première hachée</p>	

II.1.3. Matériel de prélèvements :

Pour pouvoir réaliser nos prélèvements, nous avons eu recours au matériel répertoriés dans les tableaux N°05 :

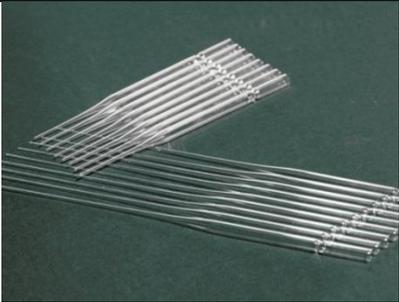
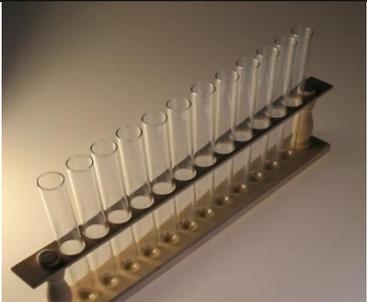
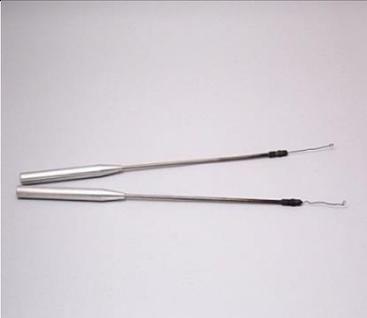
Tableau N° 05 : matériel de prélèvements (Photos personnelles).

Ecouvillons	
Sac de prélèvements stériles.	
Lame gélosée « sanipousse »	

II.1.4. Matériels de laboratoire :

Le matériel utilisé au cours de notre travail est le matériel de laboratoire classique de microbiologie, il est représenté dans le tableau N° 06.

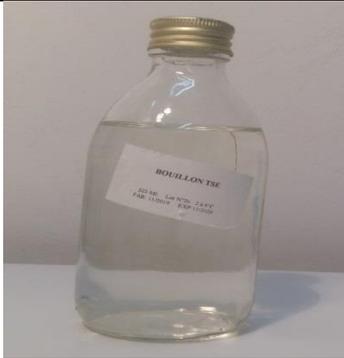
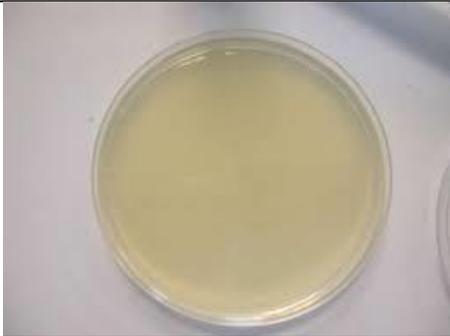
Tableau N° 06 : Matériel de laboratoire (Photos personnelles).

Étuve	Stomacher	Compteur de colonies
		
Balance électronique	Vortex	Bec bunzen
		
Pipette pasteur	Micropipette	Tubes à essais et portoir
		
Flacon stérile	Boîte de pétri	Anse de palatine
		

II.1.5. Réactifs et milieux utilisés :

Les réactifs et les milieux sont ceux utilisés en analyses bactériologiques. Ils sont représentés dans le tableau N° 07 :

Tableau N° 07 : milieux et réactifs utilisés

TSE	Eau peptonée	Milieu Rappaport
		
Gélose Nutritive	Gélose Baird Parker	Gélose Hektoen
		
Gélose XLD	Tube TSI	Lame gélosée
		

II.1.6. Période de l'étude :

Notre étude s'est étalée sur la période allant de la dernière semaine du mois de février, jusqu'à la deuxième semaine du mois de mars.

II.2. Méthodes :

II.2.1. Méthode de prélèvement :

i.Surfaces :

Pour les prélèvements de surface, nous avons utilisé deux méthodes:

➤ **Lames gélosées :**

C'est une lame en plastique biface de 10cm² environ, recouverte d'une gélose sur chaque face. Ces géloses sont des milieux sélectifs pour la Flore totale et les Entérobactérie.

Les prélèvements ont été effectués selon les recommandations du fabricant comme suit :

- * Sortir la lame de son flacon sans toucher la gélose avec les doigts.
- * Presser chacune des faces fermement contre la surface d'essai sans décrire de mouvements latéraux et laisser en contact 10 secondes.
- * Remettre ensuite la lame dans son flacon, l'identifier et l'acheminer au laboratoire.
- * Incuber dans l'étuve à 37°C pendant 24h.

➤ **Écouvillonnage :**

L'écouvillonnage des surfaces a été réalisé selon les recommandations de la norme **ISO 18593 (2004)**. Nous avons opté pour des surfaces planes de 100 cm², pour les surfaces non planes comme le hachoir, nous avons écouvillonné un maximum de surface.

Nous avons procédé comme suit :

- * Sortir un écouvillon de son emballage stérile et verser une petite quantité du diluant TSE dans le tube ; afin d'humidifier l'extrémité, éliminer ensuite l'excès en le pressant contre la paroi du tube.

- * A l'aide de l'extrémité de l'écouvillon, tracer des stries sur une surface estimée de 100 cm², en faisant tourner l'écouvillon entre le pouce et l'index afin de récupérer un maximum de germes.
- * Replacer l'écouvillon dans le tube avec le diluant, l'identifier et l'acheminer au laboratoire.

ii. Denrées :

Des échantillons de produits fabriqués dans cette unité ont été prélevés.

Nous avons prélevé des échantillons le long de la chaîne de fabrication, ainsi nous avons prélevé de la matière première et des produits semi finis et enfin des produits finis.

Le détail des échantillons est décrit ci-dessous :

- * Matière première :
 - 1 prélèvement de la matière brute (viande de volaille) et un prélèvement de la matière après hachage (300 g chacun).
 - Pâté de volaille (100g)
 - Fromage (100g)
- * Produits semi -finis : Cordons bleus, et Nuggets (2 prélèvements de chaque).
- * Produits finis : Cordons bleus et Nuggets (2 prélèvements de chaque)

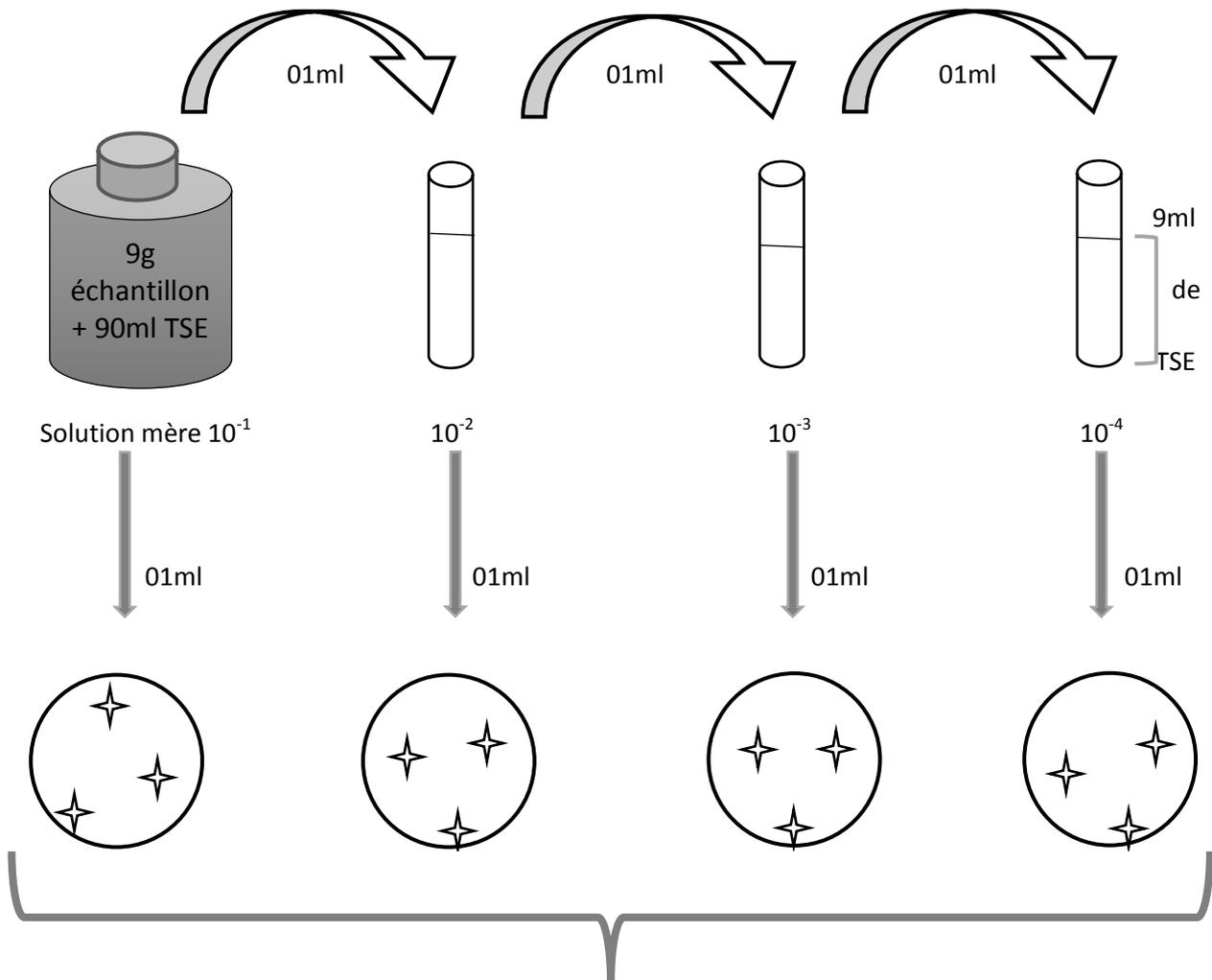
II.2.2. Méthodes d'analyse :

- **Surfaces :** En outre du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et les entérobactéries, nous avons dénombré les staphylocoques et également recherché les salmonelles.
- **Denrées :** Nous nous sommes intéressées au dénombrement de la FAMT, les coliformes thermotolérants, les staphylocoques et à la recherche des salmonelles.

A. Dénombrement des entérobactéries :

Le dénombrement des coliformes thermotolérants a suivi les recommandations de la norme (NF V08-060/2009).

Les étapes de l'analyse sont représentées dans le logigramme de la figure N°04.



- Ajouter la gélose « VRBG » et laisser refroidir.
- incubation à 37°C pendant 24 heures.

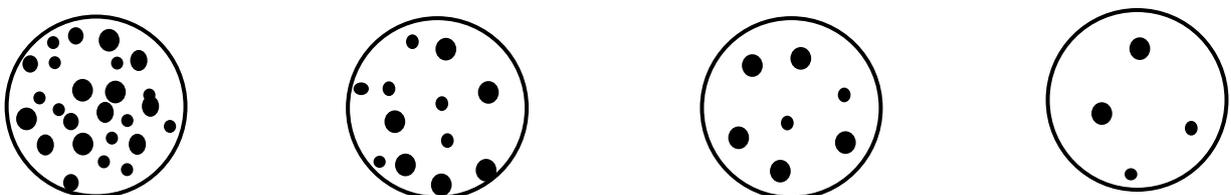
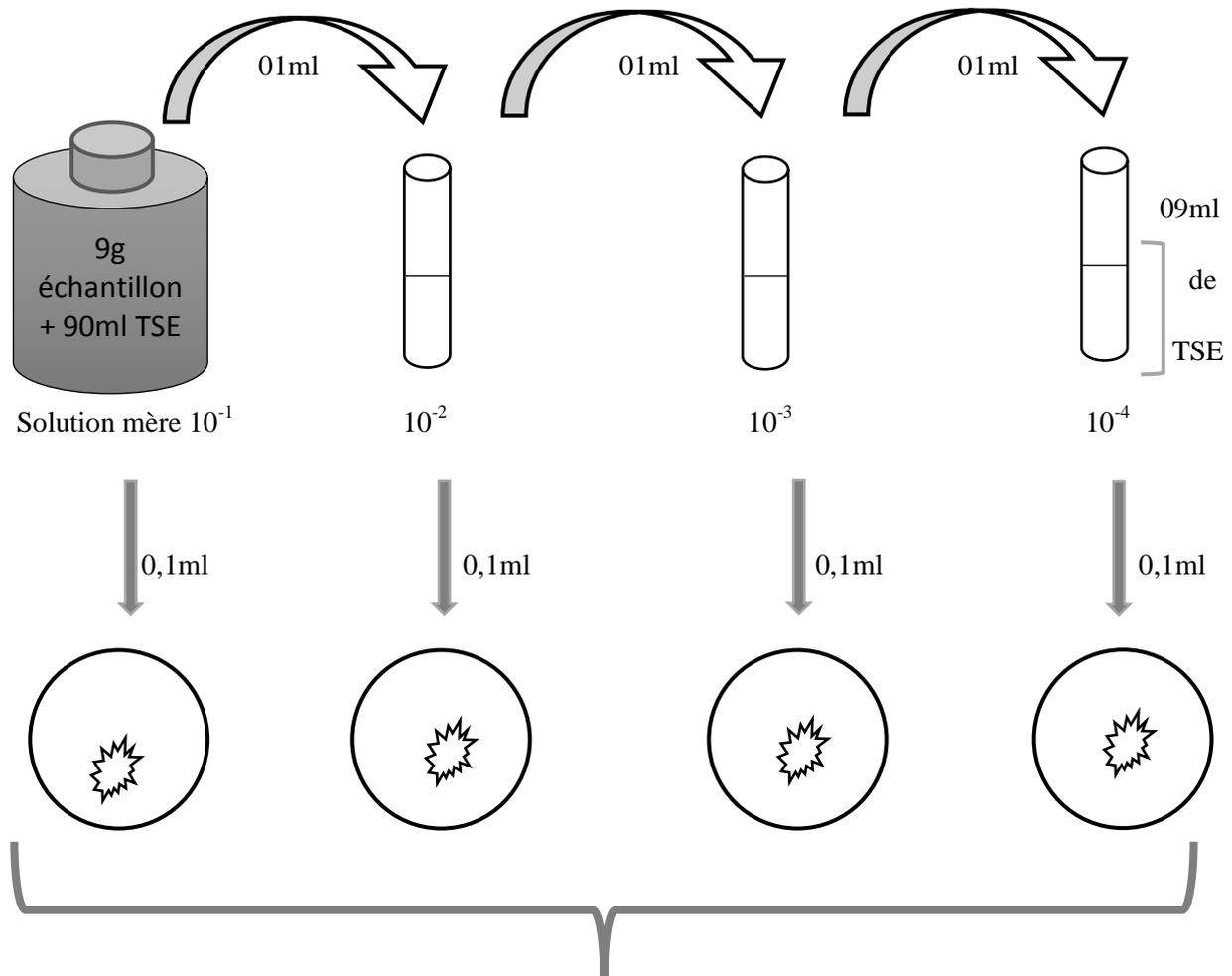


Figure N°04 : Logigramme pour le dénombrement des entérobactéries (logigramme personnelle).

B. Dénombrement de staphylocoque :

La méthode utilisée pour le dénombrement des staphylocoques dans les denrées est celle recommandée par la norme **NF EN ISO 6888-1 : 2004**.

Les étapes de l'analyse sont représentées dans le logigramme de la figure N°05 :



- étalement sur gélose « Baird Parker ».
- incubation à 37°C pendant 24 heures.

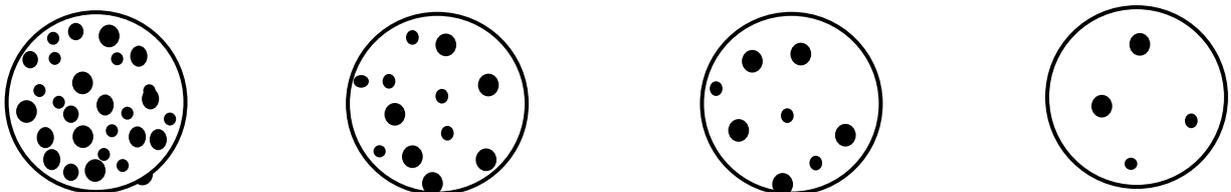


Figure N°05 : Logigramme pour le dénombrement de staphylocoques (logigramme personnelle).

Remarque : pour les surfaces, nous avons utilisé le même protocole, sauf qu'à la place de la denrée, nous avons utilisé les écouvillons.

Une identification a été réalisée par le test de la catalase.

C. Recherche de salmonelles :

La méthode utilisée pour la recherche de salmonella est celle recommandée par la norme **NF EN ISO 6579-1 (2002)**

Les étapes de l'analyse des aliments sont représentées dans le logigramme de la figure N°06 :

i. Echantillon :

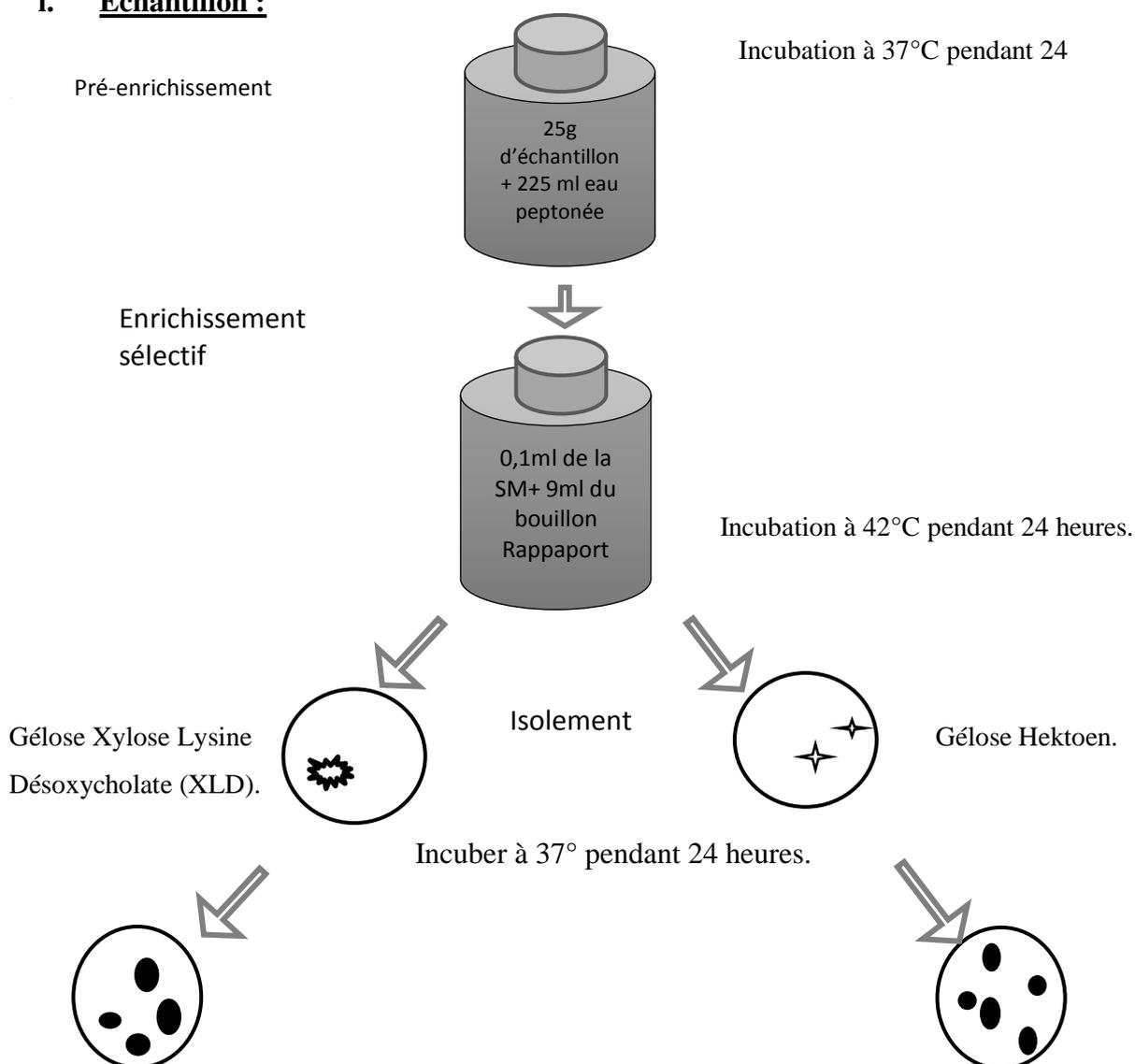


Figure N°06 : Logigramme pour la recherche des Salmonelles (logigramme personnelle) .

Remarque : pour les surfaces, la suspension mère est préparée selon les recommandations de la norme ISO 7218 de 2007, où les écouvillons sont mis dans quatre-vingt-dix (90) ml d'eau peptonée tamponnée.

- **Identification biochimique**

A été réalisée après un réisolement sur gélose nutritive des colonies caractéristiques ayant poussé sur les géloses Hektoen et XLD. Cette phase vise à effectuer l'ensemble de tests biochimiques sur le même isolat bactérien.

Les tests utilisés sont le Triple Sugar Iron (TSI) et Urée-Indole

II.2.3. Exploitation des résultats

A. Dénombrement pour les denrées alimentaires :

☞ Le nombre de colonies dans l'échantillon (suspension mère) est calculé tel recommandé par la norme **ISO 7218 de 2007**. Le calcul de la concentration bactérienne N en UFC par millilitre ou par gramme de produit, selon la formule ci-dessous :

$$N = \frac{\sum c}{(v \times 1,1D)}$$

Où :

$\sum c$ = la somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.

V= volume de l'inoculum.

D= dilution correspondant à la première boîte retenue

Le résultat calculé est exprimé en nombre d'UFC par millilitre ou par gramme.

☞ **Mode de dénombrement pour *Staphylococcus* spp selon la méthode NF ISO 7218/A1 (2001) :**

Cas après identification ou après confirmation

Après identification ou confirmation, calculer, pour chacune des boîtes, le nombre, a , de colonies répondant aux critères d'identification ou de confirmation, à l'aide de l'équation suivante:

$$a = \frac{b}{A} \cdot C$$

Où :

b : est le nombre de colonies répondant aux critères d'identification ou de confirmation parmi les A colonies repiquées;

C : est le nombre total de colonies caractéristiques présumées dénombrées sur la boîte.

Arrondir à un nombre entier de colonies.

Calculer le nombre N , e microorganismes identifiés ou confirmés présents dans l'échantillon pour essai, en remplaçant C par a à l'aide des formules

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

B. Dénombrement pour les surfaces

☞ Le nombre d'UFC dans les surfaces est calculé selon la formule donnée par la norme **iso 18593 de 2004**, selon la formule :

$$N_s = (N \times F) / A$$

$$N = \sum c / 1,1 \times d$$

Où :

F= le volume en millilitre de la dilution mère.

A= surface écouvillonnée en cm^2

☞ Si la surface écouvillonnée n'est pas précise, on utilise la formule

$$N_{\text{sw}} = N \times F \times D$$

Où :

D= l'inverse de la dilution utilisée

Le résultat est donné par écouvillon.

C. Interprétation des lames gélosées :

Après application sur une surface de travail un comptage des UFC est effectué, l'interprétation des résultats se fait à l'aide d'une notice fournie par le fabricant, représenté comme suit sur la figure N° 07 :

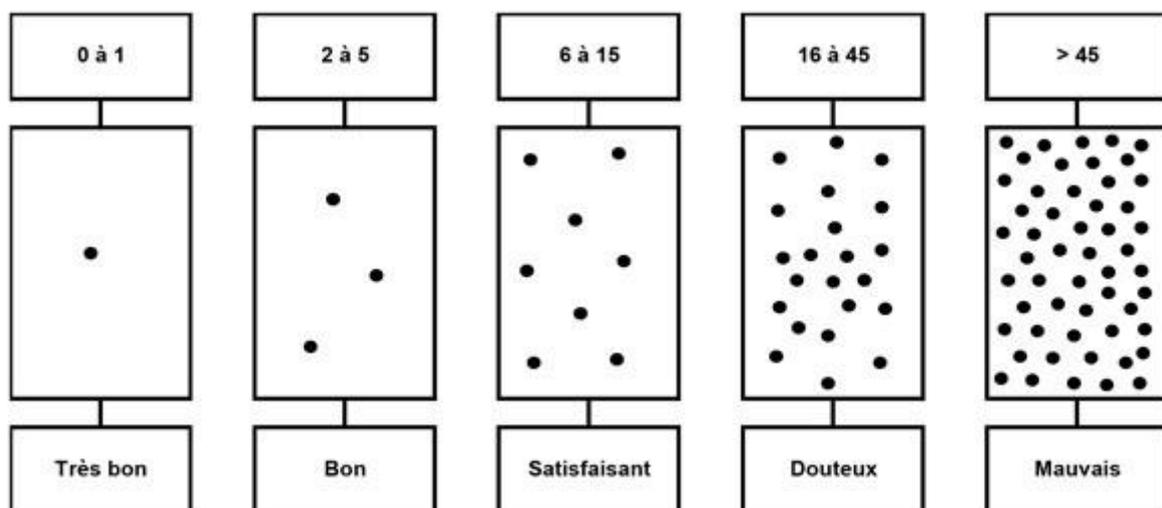


Figure N°07: Image représentant l'interprétation des résultats des lames gélosées.

III. Résultats et discussion :

III.1. Résultats des dénombrements dans les échantillons alimentaires

III.1.1. Dénombrements des Entérobactéries et *Staphylococcus spp.* :

Le dénombrement des Entérobactéries et des *Staphylococcus spp* dans les échantillons alimentaire a abouti sur les résultats rapportés dans le tableau N°08 et les figure N°08, N°09 et N°10 :

Tableau N°08: Résultats du dénombrement des Entérobactéries et des Staphylocoques dans les aliments

Denrée alimentaire	Dénombrement entérobactéries UFC/g	Dénombrement Staphylocoques UFC/g
Matière première brute (viande de volaille)	4.10^5	6.10^3
Matière première hachée	6.10^5	10^5
Nuggets semi fini (après pousoir)	2.10^5	2.10^4
Nuggets produit finis	2.10^5	9.10^3
Cordon bleu semi fini (après pousoir)	3.10^5	8.10^4
Cordon bleu produit finis	4.10^4	3.10^4
Fromage	10^4	Non effectué
Pâté de volaille	3.10^6	4.10^5

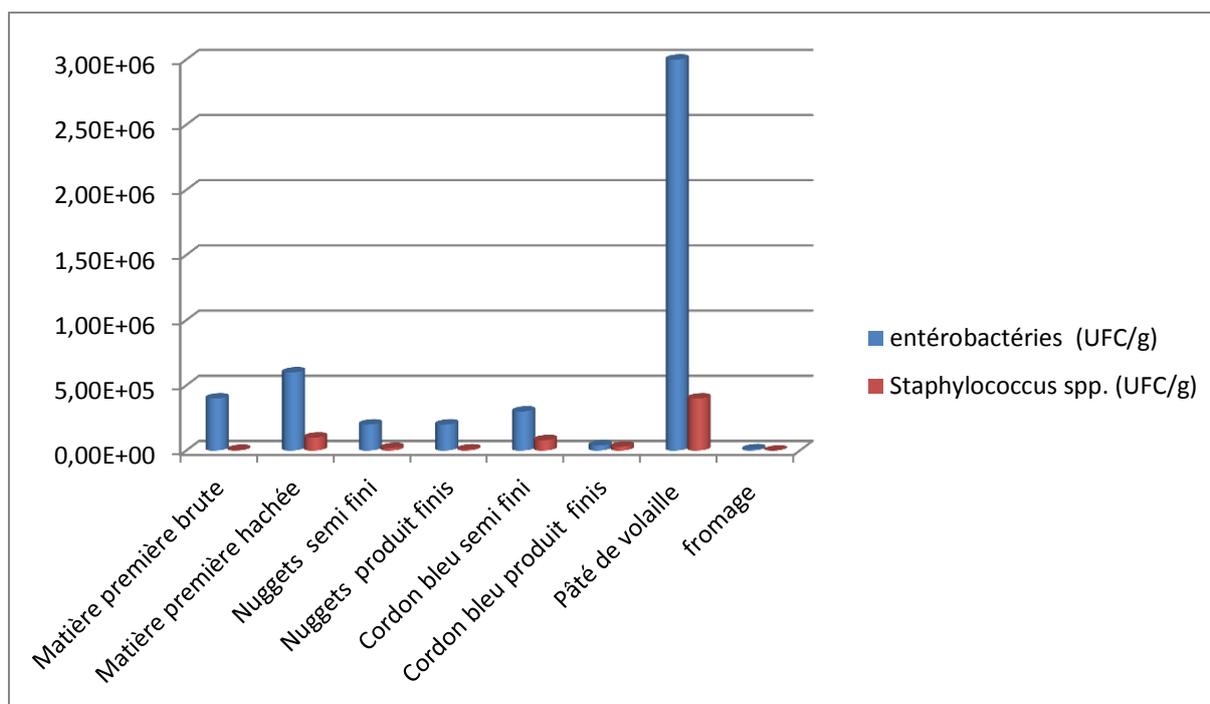


Figure N°08 : contamination des échantillons alimentaires par les Entérobactéries et les staphylocoques

Les résultats obtenus montrent que c'est le pâté de volaille qui enregistre la contamination la plus élevée en Entérobactéries et Staphylocoques, suivi de la matière première hachée puis de la matière première brute. La viande de volaille utilisée comme matière première, une fois hachée devient encore plus contaminée par les deux catégories de germes à cause de la manipulation. Quant à l'intrant « pâté de volaille » sa contamination élevée pourrait être liée à la manipulation lors de la préparation des tranches à utiliser dans les « cordons bleus » ou encore à la mauvaise conservation dans les chambres froides. En effet les chambres froides lors de notre visite présentaient des anomalies comme la non-séparation des matières premières et les produits finis ou encore la présence de bassines et autres ustensiles et enfin l'ouverture fréquente qui fait augmenter la température dépassant ainsi les températures de réfrigération adéquates à la conservation des denrées périssables.

La contamination des nuggets semi finis et finis n'a pas trop évolué ; alors que pour les cordons bleus la contamination du produit fini a baissé par rapport au produit semi fini.

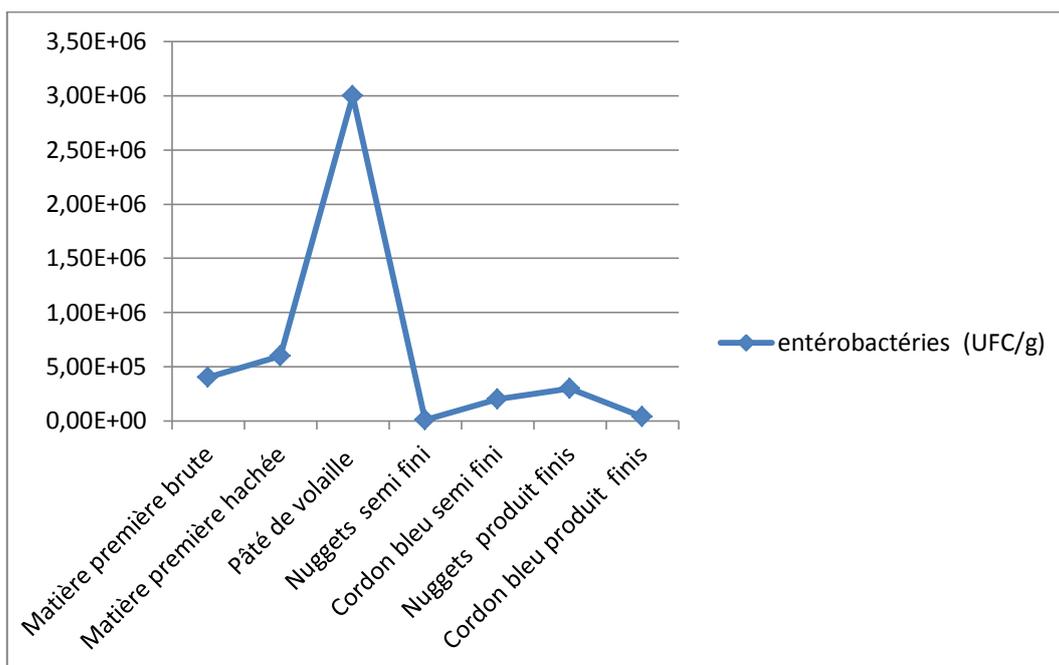


Figure N°09 : évolution de la contamination par les Entérobactéries le long du processus de fabrication.

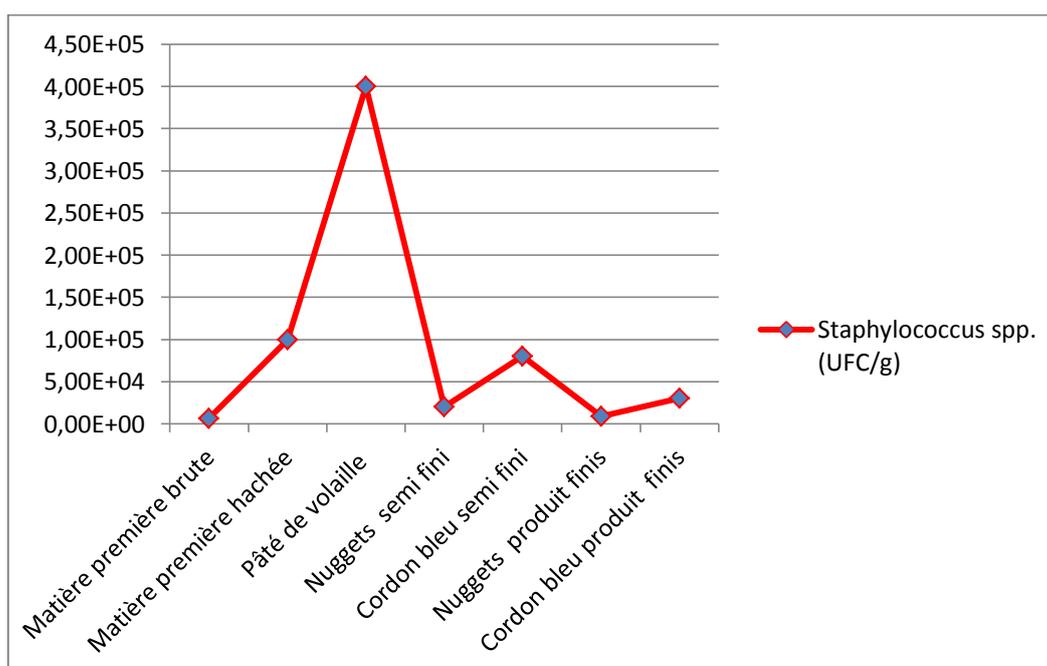


Figure N°10 : évolution de la contamination par les staphylocoques le long du processus de fabrication

L'étude de l'évolution de la contamination par les Entérobactéries et les staphylocoques montre que l'opération de hachage de la matière première augmente fortement la contamination. Le pâté de volaille est aussi fortement contaminé

Nous observons également que la contamination fluctue le long du processus de fabrication.

Ainsi, par rapport à la matière première les produits semi-finis et finis sont moins contaminés et ceci pour les deux familles de germes. La contamination par les Entérobactéries ne change pas ou diminue même entre les produits semi- finis et finis (nuggets et cordon bleu), alors que pour les staphylocoques nous observons une stabilité de la contamination dans les nuggets et une augmentation pour les cordons bleus.

III.1.2. Résultats de la recherche des salmonelles:

La recherche de *Salmonella* dans les échantillons alimentaires a donné les résultats du tableau N°09.

Tableau N°09 : Recherche des salmonelles dans les échantillons alimentaires

Denrée alimentaire	Présence de <i>salmonella</i> spp.
Matière première brute (viande de volaille)	Positif
Matière première hachée	Positif
Nuggets semi fini (après pousoir)	Négatif
Nuggets produit finis	Négatif
Cordon bleu semi fini (après pousoir)	Négatif
Cordon bleu produit finis	Négatif
Fromage	Négatif
Pâté de volaille	Négatif

La recherche de salmonelles dans les échantillons alimentaires a montré que la matière première brute et hachée était contaminée par *Salmonella*, mais que cette contamination disparaît dans les produits finis. Ceci serait lié à l'adjonction de sel et d'épices qui créent un milieu dysgénésique à la survie de ce germe ou encore que les 25 g prélevés pour l'analyse ne contenaient pas la salmonelle sachant que la répartition des germes dans une denrée alimentaire n'est jamais homogène.

III.2. Résultats de l'analyse microbiologique des surfaces :

III.2.1. Dénombrements de la FAMT des Entérobactéries et

Staphylococcus spp:

Le dénombrement des Entérobactéries, de la FAMT et des *Staphylococcus* spp. sur les surfaces a abouti aux résultats rapportés dans le tableau N°10 et les figures N°11 N°12 et N°13:

Tableau N°10: Résultats du dénombrement des Entérobactéries, de la FAMT et des Staphylocoques sur les surfaces.

Echantillon	Dénombrement de la FAMT UFC/10cm ²)	Dénombrement des Entérobactéries UFC/10cm ²	Dénombrement de <i>Staphylococcus</i> spp: UFC/cm ²
Hachoir	4.10 ²	5.10 ²	Négatif
Poussoir	2.10 ²	6.10 ¹	Négatif
Bassine en plastique	8.10 ¹	3.10 ¹	Négatif
Bassine métallique	2.10 ¹	0	Négatif
Plateau	2.10 ¹	10 ²	Négatif
Chambre froide (étagères métalliques)	2.10 ¹	3	Négatif
Table	5.10 ¹	2.10 ¹	Négatif

➤ **Interprétation des résultats des lames gélosées :**

Après comptage des UFC apparues sur les géloses des lames, une interprétation est faite à l'aide d'une notice fournie par le fabricant, représenté dans le tableau N°11:

Tableau N°11 : interprétation des résultats des lames gélosées.

Echantillon	Dénombrement de la FAMT UFC/10cm ²	Dénombrement des Entérobactéries UFC/10cm ²
Hachoir	Mauvais	Mauvais
Poussoir	Mauvais	Mauvais
Bassine en plastique	Mauvais	douteux
Bassine métallique	Douteux	Très bon
Plateau	Douteux	Mauvais
Chambre froide (étagères métalliques)	Douteux	Bon
Table	Douteux	Douteux

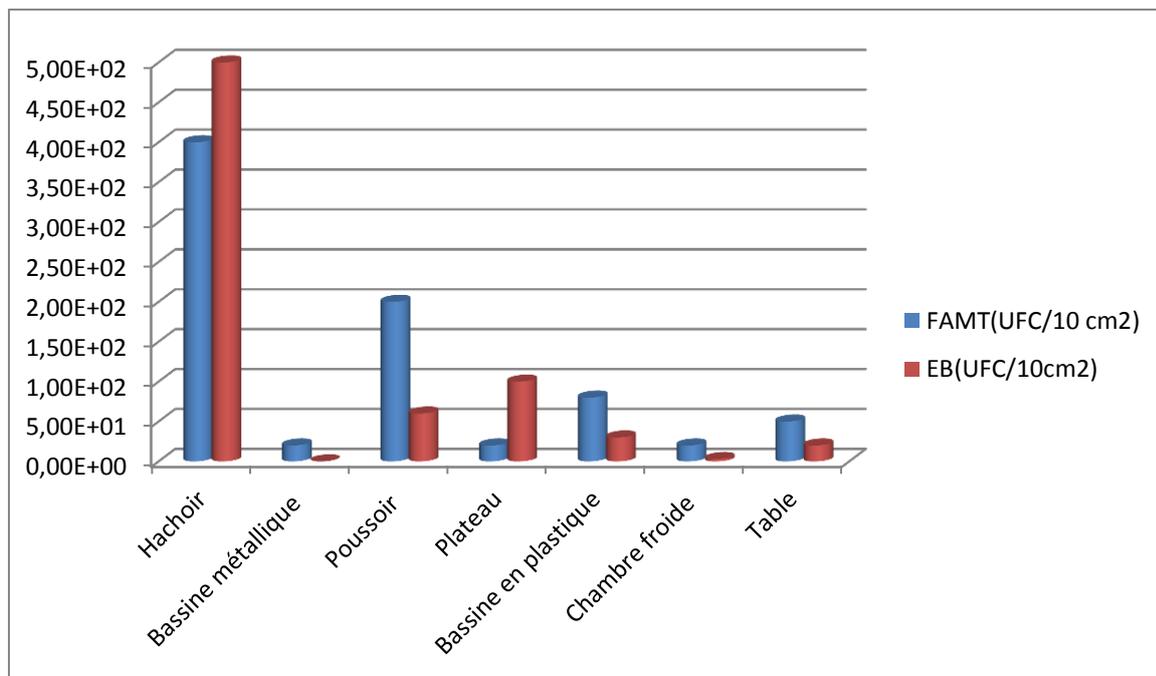


Figure N°11 : contamination des surfaces par la FAMT et les Entérobactéries

Les résultats obtenus montrent que le hachoir enregistre la contamination la plus élevée en entérobactéries et FAMT, suivi du poussoir et des bassines en plastique. Cette contamination peut être imputée à une défaillance du système de nettoyage et de désinfection, vu la structure non plane et inaccessibles de ces surfaces.

On comparant la contamination de la denrée et la surface lui correspondant, on note une contamination élevée du hachoir ce qui contribue à rendre la matière première une fois hachée plus contaminée.

Cependant, la charge bactérienne élevée dans le poussoir et les bassines n'a pas affecté la charge bactérienne des nuggets et cordons bleu semi-finis et finis respectivement. Sachant que la distribution des germes n'est jamais homogène dans les denrées alimentaires, ce résultat pourrait être dû à la taille réduite de l'échantillonnage. Un échantillonnage plus important pourrait mieux nous renseigner sur l'effet de la contamination des surfaces sur celle des denrées.

III.2.2.Résultats de la recherche des salmonelles:

La recherche de *Salmonella* sur les surfaces a donné les résultats du tableau N°13.

Tableau N°12 : Recherche des salmonelles sur les surfaces

Denrée alimentaire	Présence de <i>Salmonella</i> spp
Hachoir	Négatif
Bassine métallique	Négatif
Bassine en plastique	Positif
Tables	Négatif
Plateau	Négatif
Chambre froide (étagères métalliques)	Négatif
Pétrin	Négatif
Poussoir	Négatif

La recherche de salmonelles sur les surfaces a montré que la bassine en plastique est contaminée par *Salmonella*, mais que cette contamination n'a pas affecté les produits finis. Ceci peut être lié à la répartition non homogène des germes tant sur la denrée alimentaire que sur les surfaces.

Le système de nettoyage et de désinfection instauré ou encore l'intrant « œuf » peuvent être également incriminés dans la contamination des bassines. Les œufs peuvent contenir des salmonelles, ainsi que les denrées contaminées utilisées dans une production antérieure et que le nettoyage –désinfection n'ont pas réussi à éliminer

Conclusion:

La viande est une composante importante du régime alimentaire humain, compte tenu de sa richesse en protéines, minéraux... Cependant, elle constitue un excellent milieu de culture pour les micro-organismes tels que les bactéries. Ces dernières peuvent provoquer des altérations et impacter négativement sa qualité organoleptique, mais surtout menacer le caractère propre de la consommation humaine, ce qui confronte alors les entreprises du secteur agroalimentaire aujourd'hui à des problématiques liées aux risques de santé et sécurité.

Cette contamination peut avoir différentes origines : matière première d'emblée contaminée, matériaux de transformation, la conception du milieu, la méthode utilisée... Dans cette étude, nous nous sommes intéressées à l'impact qu'a la surface sur la contamination des denrées alimentaires (viande dans notre étude).

Les résultats obtenus confirment que la denrée alimentaire peut être influencée négativement par la surface avec laquelle elle est en contact si cette dernière est contaminée ; prenant à titre d'exemple le hachoir contaminé qui fait augmenter la charge bactérienne au niveau de la matière première après le hachage.

Globalement, la viande contaminée peut avoir comme origine les souillures des différentes surfaces avec lesquelles elle est en contact, notamment lors de sa transformation (découpe, hachage, mélange, malaxage...) et lorsque les procédures d'hygiène ne sont pas bien appliquées.

Nous pouvons conclure qu'il est donc impératif de tenir compte de cette part importante de la contamination des denrées alimentaires et mettre en place un plan de nettoyage et désinfection efficace, ayant pour but d'éliminer les souillures et détruire les microorganismes présents dans les appareils et sur les ustensiles utilisés. L'efficacité de ce protocole ne peut être obtenue qu'avec le strict respect de quatre (04) facteurs indissociables regroupés dans l'acronyme TACT : T (Température), A (Action mécanique), C (Concentration), T (Temps d'action).

Néanmoins, il ne suffit pas de choisir un programme de nettoyage et désinfection et de l'appliquer, mais il faut aussi s'assurer de son efficacité. Cette dernière est évaluée suite à des contrôles préétablis qui permettent d'une part de s'assurer que le programme de nettoyage et désinfection est effectivement appliqué et d'autre part de s'assurer qu'il est efficace. Ceci peut être alors encadré par un système de contrôle d'hygiène tel que le HACCP, qui est une partie fondamentale du Plan de maîtrise sanitaire qui se doit de décrire les mesures prises par un établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire de ses productions vis-à-vis des dangers biologiques, physiques et chimiques rencontrés.

Recommandations :

- Veiller à l'hygiène du personnel et essayer de limiter la contamination.
- Respecter les normes des opérations de transformation et de conservation des aliments.
- Elaborer un plan de nettoyage et désinfection, permettant de commencer le travail chaque jour avec un outil de production propre, tout en passant par des sanitaires et des vestiaires impeccables.
- Le nettoyage s'effectue après chaque utilisation et entre deux produits différents (ex : viandes / légumes, cru / cuit).
- Parmi les appareils, le hachoir est l'appareil le plus difficile à nettoyer, son démontage précède donc tout processus de nettoyage. Faudra tremper les pièces le constituant dans de l'eau chaude vinaigrée, les laisser agir pour pouvoir nettoyer et rincer correctement et enfin les sécher.

Nous pouvons terminer cette étude en évoquant un vieux principe de chirurgie qui dit que:" lorsque l'on veut finir dans la propreté, mieux vaut commencer dans la stérilité car, à commencer dans la propreté, Dieu sait comment cela peut finir". Cette citation peut parfaitement s'appliquer à l'hygiène alimentaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFSSA, 2003: Les risques microbiologiques dans l'alimentation, URL : <https://www.anses.fr/fr/content/les-risques-microbiologiques-dans-l'alimentation>, consulté le : 13/02/2020.

-Anonyme01, 2016: , Diagramme d'Ishikawa. Lean Pour Tous . URL : <https://leanpourtous.wordpress.com/2016/11/02/diagramme-dishikawa>, consulté le : 13/02/2020.

-Anonyme 02, 2013 : la viande Le figaro.fr., URL : <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/viande/quel-interet-nutritionnel> consulté le : 13/02/2020.

-Anonyme 3, 2019 : *Escherichia coli*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli. Consulté le : 13/02/2020.

-Azam, 1971: Etude bactériologique de la viande. Thèse : Méd. Toulouse. 57. (6).

- Bailly JD., Brugere H., Chadron H., 2012 : Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Éleveur au Consommateur. CIV, 150p. www.civ-Viande.org.

-Belloin,1993 : l'hygiène dans l'industrie alimentaire-les produits et l'application de l'hygiène. Département de l'agriculture FAO , Rome.

-Blanchard P. C, 2012 : . Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice, Maryland Heights, v. 28, n. 3, p. 443-464, 2012. Systemic and enteric Salmonellosis in calves.

-Bonnetoy et Guillet F, Leyral G, Vernes-Bourdais E , 2002 : Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. In : Sciences des aliments.

-Catsaras, 2001 : Mécanismes d'actions des toxines bactériennes et hygiène des denrées alimentaires. Académie vétérinaire de France

- **MAPAQ, 2015:** Sources environnementales de contamination,
URL :<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Restauration/Qualitedesaliments/securitealiments/inspection/methodeinspection/Pages/Sourcesenvironnementales.aspx>, consulté le : 16/03/2020

- Charles, 2003 :** Biochimie alimentaire. Editions Masson. Paris.

- Chauvel, 1994 :** Méthodes et outils des démarches qualités pour les établissements de santé,
URL :https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-08/methodes_et_outils_des_demarches_qualite_pour_les_etablissements_de_sante.pdf,
consulté le : 20/03/2020

- Clinquart A., Fabry J., Casteels M., 2000 :** La qualité de la viande : du muscle à la viande. In : Clinquart A., Fabry J., Casteels M., Belgian Association for Meat Science and Technology (éds), La viande . Presses de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège : Liège, 1999, 75-96.

- Codex alimentarius:** The Precedural Manual of Codex Alimentarius Comission .

- DGCCRF, 2006:** Hygiène alimentaire - Le plan de maîtrise sanitaire : les prérequis et l'HACCP, URL : <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/hygiene-alimentaire-plan-maitrise-sanitaire-prerequis-et-le-haccp>, Consulté le : 26/03/2020

- Dumont B., 1952 .** LA TENDRETÉ DE LA VIANDE. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1952,1 (3), pp.71-95.

- Educagri, 2001.:** Les composantes du muscle. Natures Sciences Sociétés volume 13, n° 3, juillet-septembre 2005, pp. 258-265.

- FAO, 2006 :** Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande, 2^{ème} édition.

- Fedirighi, 2005 :** Bactériologie alimentaire : Compendium d'hygiène des aliments 2ème édition.

- Fernandes, 2009** : Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52)
- Guiraud JP., Brabet C., Fontana A., Galindo S., Montet D., 1988** : Microbiologie alimentaire, - Collection Technique et ingénierie – Agroalimentaire, 2^{ème} édition.
- Hamm, 1986** : Functional properties of the myofibrillar system and their measurements. In P. J. Bechtel (Ed.), Muscle as food (pp. 135-199). Orlando (USA) Academic Press.
- Hofmann, 1988**: pH-A quality criterion for meat .Fleischwirtsch., 6867-70.
- INRS, 2011** : Les solvants organiques. Institut National de Recherche et de Sécurité, URL : <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204220>, consulté le : 28/03/2020
- ISSA, 2014** : Emploi des désinfectants dans les activités de soins: risques et mesures de prévention-Fiche technique 5: Désinfection des surfaces, URL :https://ww1.issa.int/sites/default/files/documents/prevention/F_Factsheet_5_Einzelblatt_240215-36764.pdf, consulté le 30/03/2020
- Jacotot et le Parco, 1983**: Nutrition et alimentation. Paris.
- Joffin et Christiane, 2003** : Microbiologie alimentaire, 5eme édition.
- JORA, 2017** : Journal Officiel de la République Algérienne, Décret exécutif n° 17-140 du 14 Rajab 1438 correspondant au 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires.
- Khayar, 2011** : Comportements des Entérobactéries isolées des urines vis-à-vis de l'amoxicilline-acide clavulanique, l'imipénème et l'értapénème.
- Lameloise P., Rosset R. et Dumont B., 1984**: Microbiologie de la viande (131-189).
- Larbier et Leclercq, 1992**: Nutrition et Alimentation des volailles. Editions Quae, 1992.

- Larousse, 1960**: Grand Larousse encyclopédique.

- Larwie, 1988**: The eating quality of meat 184-224.

- Maltin C., Balcerzak D., Tilley R., Delday M, 2003** : La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : Identification de marqueurs biologiques, 22(4) : 331-344.

- Ndiaye, 2002**: Contribution à l'étude de la contamination microbiologique de la viande des volailles. Mémoire : Physique appliquée à la biologie. Dakar. 23p.

- Perriere, 1992** : Application d'une présentation par objet des connaissances de modélisation certains aspects de l'expression des gènes chez E. Coli UCBL.

- Rajashekra G., Haverly, E., Halvorson, D., Ferris, K., Lauer, D., Nagaraja, K, 2000** : Multidrug-resistant Salmonella Typhimurium DT 104 in poultry. J.Food prot 63(2), 155-161.

- Renaud G., Havy A., Turin F., 2002** : Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques françaises Salers, Aubrac et Gasconne. INRA Prod. Anim., 15, 171-183

- Rousset et Lameloise, 1988** : Evolution des qualités organoleptiques : Les viandes : Hygiène, technologie. 88-91, 121-125.

- Rousset, 1988** : Proceedings of the National Academy of Sciences 85(18), 6880-6884, 1988.

- Roziar J., Carlier V., Bolnot F., 1985** : Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris, édition SEPAIC, 1985.

- Salvat et Colin, 1996** : Centre National d'étude vétérinaire et alimentaire, Ploufragan (France).

- Sciensano, 2019**: Centre de recherche de l'institut national de santé publique en Belgique.