

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 santé

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

En

Médecine vétérinaire

THEME

Contrôle de la contamination des surfaces avant et après nettoyage et désinfection par la recherche et le dénombrement des microorganismes indicateurs : cas de deux établissements de vente au détail de viandes rouges situés à Bab Ezzouar (Alger)

Présenté par :

Mr. GOUADER Aymen

Mr. KOUIDER ARAIBI Riadh

Soutenu publiquement, le 13 septembre 2022 devant le jury :

HAMDI Taha Mossadak

Professeur (ENSV)

Président

BOUHAMED Radia

Maître de Conférences B (ENSV)

Promotrice

GOUCEM Rachid

Maître Assistant A (ENSV)

Examineur

Remerciements

Nous remercions, notre promotrice, **Dr BOUHAMED R.** d'avoir accepté d'encadrer ce modeste travail. Nous la remercions pour sa contribution, ses conseils et ses orientations tout au long de son élaboration. Sincères remerciements et hommages respectueux.

Nous remercions **Pr HAMDI TM.** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Sincères remerciements et hommages respectueux.

Nous remercions **Dr GOUCEM R.** d'avoir accepté d'examiner notre travail. Sincères remerciements et hommages respectueux.

Dédicaces

Je dédie ce présent travail en premier lieu à ma défunte grande mère maternelle Mme HADEF Rabie qui est parti très tôt (covid) et qui attendait ma soutenance avec impatience, elle restera toujours dans mon cœur paix à son âme.

A mon père Ferhat, ma mère HADEF Nadia et mon frère Chakib, un grand merci pour leur amour, leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser ce mémoire.

A mon grand père maternel HADEF Mohamed, mon oncle Mr. HADEF Abderrahmane, mes tantes : Samia, Tati Isma, ma petite tante et sœur chafika kouki

A Mon défunt grand père paternel GOUADER Mohamed, ma grande mère paternelle Rebh El Machi Fatima, mon grand oncle Djamel, mes oncles jumeaux Issa et Said ainsi que le jeune Yazid, mes tantes : Dalila, Yamina, Habiba, Samira et Souad.

A mes cousins et cousines maternels et paternels.

A mes amis (es) : Sidali, Djamel, Moncef, Rahim, Wail, Samy, Oussama, Touhami, Riad, Billel, Charaf, Amir, Amjad, Aymen.

A mon binôme et mon frère « Riyad » je te remercie fortement pour ton soutien et ta présence, tu as su m'accompagner dans cette épreuve comme tu l'as fait à chaque moment dans nos années d'études, merci pour tout.

Sans oublier le groupe de choc : Katia, Flora et Ferial.

GOUADER Aymen

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents « Abdellah et Nadia » et surtout à ma mère une dame exceptionnelle qui n'ont jamais cessé de fournir des prières à mon égard, de me soutenir et de m'encourager, votre présence à côté de moi ma donner la force pour affronter les différents obstacles et atteindre mes objectifs. Toutes les lettres ne suffisent pas pour exprimer mes sentiments, je vous aime énormément.

A mon bras droit et mon frère « Younes » qui a été toujours à mes côtés, qui me soutenir et m'encourager durant mes études, je suis fière de toi et je t'aime fortement.

A ma chère âme sœur « Ferial » qui m'aide et m'encourage et qui a été de mes côtés dans les moments les plus difficiles, tous les mots sont insuffisants pour exprimer mes sentiments, je t'aime beaucoup et je te remercie énormément.

A l'âme de mon grand-père « KROURI Ahmed » qu'il repose en paix, qu'il reste toujours dans mon esprit et dans mon cœur, je vous dédie aujourd'hui ma réussite, et que dieu le miséricordieux vous accueille dans son paradis.

A ma grande famille maternelle en particulier ma cher grande mère « Mami Zohra », mes oncles et mes tantes « Mahfoud, Mourad, Redha, Djamila et Sabiha », mes cousins et mes cousines « Noureddine, Hania, Ferial, Sara, Radhia, Selma, Maya et le petit Ahmed », je suis fière d'être parmi vous.

A mon binôme et mon frère « Aymen » je te remercie fortement pour ton soutien et ta présence, tu as su m'accompagner dans cette épreuve comme tu l'as fait à chaque moment dans nos années d'études, merci pour tout.

A tous mes amis et frères « Salim, Imad, Abdou, Moncef, Hani, Houcem.M, Houcem.KH, Sami, Riyadh, Djamel Maaroufi, Rahim, Oussama, Djamel, Imad Youcef, Aymen Ben, Yacine, Adem, Abdelkadir, Karim, Krimou, Kamel, Nabil, Touhami, Riad Driss, Charaf, Amir, Amdjed, Wail, Mokhles, Zaki, Amar et Amer, Bilal, Moncef » qui ont partagé avec moi les meilleurs et les plus agréables moments. A mes frères de la cité universitaire. A mes frères de l'ESSAIA « Amar, Anis, Oussama, Hakim, Azzedine, Abdou et Abderrahmane ». A mes frères d'Oued Fodda « Nadir, Sahraoui, Yasser, Khaled, Aymen et Abdou ». A mes chers amies « Ines, Sakina, Sabrine, Oumayma et Roza » qui ont partagé avec moi les moments difficiles mais aussi les bons souvenirs. Je vous remercie du fond du cœur et je me permets de lever main et de prier pour vous que le dieu vous garde et vous ouvre toutes les portes de bonheur et de réussite.

A mon binôme et mon frère « Aymen » je te remercie fortement pour ton soutien et ta présence, tu as su m'accompagner dans cette épreuve comme tu l'as fait à chaque moment dans nos années d'études, merci pour tout.

A la famille Gouader, « Mr. GOUADER Ferhat » et « Mme. HADEF Nadia », je vous remercie de tout mon cœur pour votre aide et vos encouragements durant notre cursus, vous étiez comme une deuxième famille pour moi.

A tout ce que j'aime et ceux qui m'aiment, je dédie ma réussite.

KOUIDER ARAIBI Riyadh.

Résumé

Afin d'étudier la contamination microbienne par la FAMT, les CTX, les CTT, *E. coli* et *Salmonella* sp. des surfaces de boucheries, deux établissements ont été prélevés dans la wilaya d'Alger. Une analyse microbiologique de 19 échantillons de surfaces (hache, hachoir, présentoir, planche à découper et couteau) a été effectuée avant et après nettoyage et désinfection. Pour l'ensemble des deux lots prélevés, les charges microbiennes de la FAMT (flore aérobie mésophile totale) (1 : 1,27E+04 vs 2 : 2E+06), des CTX (coliformes totaux) (1 : 4,80E+03 vs 2 : 4E+04) et des CTT (coliformes thermotolérants) (1 : 1,31E+03 vs 2 : 8E+03) ont augmenté après nettoyage et désinfection des surfaces. Le contrôle du procédé de nettoyage-désinfection des surfaces de travail prélevées pour le groupe de la FAMT a donné un résultat non satisfaisant pour toutes les surfaces étudiées (10/10 ; 100%). En revanche, la qualité microbiologique de seulement 20% (2/10) des surfaces étudiées était non satisfaisante les CTX. Concernant la recherche de *Salmonella* sp., le taux de 0% enregistré pour les différentes surfaces prélevées après N&D constitue un résultat satisfaisant. 10,53% (2/19) des échantillons étaient, en outre, positifs pour *E. coli*, ce qui indique la présence d'une contamination fécale des surfaces étudiées. La mise en place des règles d'hygiène et de manipulation relatives aux 5M, des mesures de BPH-BPF et des procédures de nettoyage et désinfection convenables est plus que nécessaire dans ces établissements.

Mots clés : Boucheries, surfaces, nettoyage et désinfection, BPH-BPF, qualité microbiologique

Abstract

In order to study the microbial contamination by TAMF, CTX, CTT, *E. coli* and *Salmonella* sp. of butchery surfaces, two establishments were sampled in the wilaya of Algiers. A microbiological analysis of 19 samples of surfaces (axe, mincer, display, cutting board and knife) was performed before and after cleaning and disinfection. For both batches, the microbial loads of TAMF (Total Aerobic Mesophilic Flora) (1: 1.27E+04 vs. 2: 2E+06), TC (Total Coliforms) (1: 4.80E+03 vs. 2: 4E+04) and TTC (Thermotolerant Coliforms) (1: 1.31E+03 vs. 2: 8E+03) increased after cleaning and disinfection. Control of the cleaning-disinfection process of the work surfaces sampled for the TAMF group gave an unsatisfactory result for all surfaces studied (10/10; 100%). In contrast, the microbiological quality of only 20% (2/10) of the surfaces surveyed was unsatisfactory for TC. Regarding the detection of *Salmonella* sp., the rate of 0% recorded for the different surfaces sampled after N&D is a satisfactory result. 10.53% (2/19) of the samples were also positive for *E. coli*, indicating the presence of faecal contamination of the studied surfaces. The implementation of hygiene and handling rules related to the 5M, GHP-GMP measures and cleaning and disinfection procedures is more than necessary in these establishments.

Keywords : Butcher, surfaces, cleaning and disinfection, GHP-GMP, microbiological quality.

المخلص

من أجل دراسة التلوث الجرثومي بواسطة FAMT و CTX و CTT و *E. coli* و *Salmonella* sp. في محلات الجزارة، تم أخذ عينات من مؤسستين في ولاية الجزائر. تم إجراء تحليل ميكروبيولوجي لـ 19 عينة سطحية (فأس، مفرمة، صينية، لوح تقطيع وسكين) قبل وبعد التنظيف والتطهير. بالنسبة لجميع الدفعات التي تم أخذ عينات منها، فإن الأحمال الميكروبية لـ FAMT (إجمالي القولونيات) (1: 1.27E+04 vs 2: 2E+06) وبالنسبة لـ CTT (القولونيات المقاومة للحرارة) ظل الحمل مستقرًا (1: 1.31E+03 vs 2: 8E+03). أعطت عملية التحكم في عملية التنظيف والتطهير لأسطح العمل التي تم أخذ عينات منها لمجموعة FAMT نتيجة غير مرضية لجميع الأسطح المدروسة (10/10؛ 100%). من ناحية أخرى، بالنسبة لـ CTXs، فإن الجودة الميكروبيولوجية لـ 20% فقط (2/10) من الأسطح المدروسة غير مرضية؛ لـ *Salmonella* sp. يمثل معدل 0% المسجل للأسطح المختلفة التي تم أخذ عينات منها بعد عملية التنظيف والتطهير نتيجة مرضية. 50% من العينات كانت موجبة للإشريكية القولونية *E. coli* مما يدل على تلوث برازي للأسطح المدروسة. يعد تنفيذ قواعد النظافة والتعامل مع إجراءات M5 و BPH-BPF وإجراءات التنظيف والتطهير المناسبة أكثر من ضروري في هذه المؤسسات.

الكلمات المفتاحية: الجزارة، الأسطح، التنظيف والتطهير، BPH-BPF، الجودة الميكروبيولوجية.

Liste des abréviations

- : Non effectué

B1 : Boucherie 1

B2 : Boucherie 2

BEZ : BAB Ezzouar

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène

C : Couteau

CAPP : Contact avis pharmacologique et Pharmaceutique

CTT : Coliforme thermotolérants

CTT1 : Coliforme thermotolérants avant nettoyage et désinfection

CTT2 : Coliforme thermotolérants après nettoyage et désinfection

CTX : Coliformes Totaux

CTX1 : Coliforme totaux avant nettoyage et désinfection

CTX2 : Coliforme totaux après nettoyage et désinfection

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

E. coli : *Escherichia coli*

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

FAMT1 : Flore Aérobie Mésophile Totale avant nettoyage et désinfection

FAMT2 : Flore Aérobie Mésophile Totale après nettoyage et désinfection

H : Hache

HR : Hachoir

IAA : Industrie agroalimentaire

MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

N&D : Nettoyage et Désinfection

N+/-D : Nettoyage plus ou moins désinfection

NS : Non satisfaisant

P : Présentoir (plateau)

PCA : Plate Count Agar

pH : Potentiel hydrogène

PL : Planche à découper

PVP : Polyvinylpyrrolidone

QM : Qualité microbiologique

r : Coefficient de régression

RV : Rappaport-Vassiliadis

S : Satisfaisant

TSE : Tryptone Sel Eau

UFC : Unité Formant Colonie

UV : Ultraviolet

VRBL : Violet Red Bile with Lactose Agar

XLD : Xylose Lysine Deoxycholate Agar

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification des désinfectants en fonction de leurs principes actifs (MASSICOTTE, 2009).....	8
Tableau 2. Avantages et inconvénients des désinfectants en fonction de leurs principes actifs.	9
Tableau 3. Modes d'action des désinfectants (CAPP, 2007).....	10
Tableau 4. Matériel utilisé	13
Tableau 5. Prélèvement des échantillons avant et après nettoyage et désinfection (N&D)	14
Tableau 6. Mode d'interprétation des résultats de la FAMT et des coliformes totaux lors du contrôle du procédé de nettoyage/désinfection sur les surfaces de travail (MAPAQ, 2019) ...	18
Tableau 7. Détection de bactéries pathogènes sur les surfaces de travail (MAPAQ, 2019)	19
Tableau 8. Charges microbiennes des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces des deux boucheries prélevées	21
Tableau 9. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces.....	24
Tableau 10. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces.....	28
Tableau 11. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces.....	31
Tableau 12. Contrôle du procédé de nettoyage/désinfection des surfaces de travail prélevées	33
Tableau 13. Régressions des différents groupes de microorganismes avant et après N&D.....	34
Tableau 14. Recherche d' <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> sp. dans les différentes surfaces prélevées	36
Tableau 15. Recherche d' <i>E. coli</i> avant et après N&D par boucherie.....	37
Tableau 16. Recherche d' <i>E. coli</i> avant et après N&D par type de surfaces et par boucherie ..	37

Liste des figures

Figure 1. Cercle de Sinner (Massicotte, 2009).....	3
Figure 2. Préparation de la suspension mère (photos personnelles).....	16
Figure 3. Ensemencement en profondeur des dilutions décimales pour le dénombrement des FAMT et coliformes (photos personnelles)	17
Figure 4. Dénombrement de la FAMT (photos personnelles)	18
Figure 5. Test de l'indole positif (photos personnelles)	20
Figure 6. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces des deux boucheries prélevées.	22
Figure 7. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces de la boucherie 01	23
Figure 8. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces de la boucherie 02	23
Figure 9. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01).....	25
Figure 10. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02).....	27
Figure 11. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01).....	29
Figure 12. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02).....	30
Figure 13. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01).....	31
Figure 14. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02).....	32
Figure 15. Etude des courbes de tendance pour les différents groupes de microorganismes avant et après N&D	35
Figure 16. Recherche d' <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> sp. dans les différentes surfaces prélevées.....	36
Figure 17. Recherche d' <i>E. coli</i> avant et après N&D par boucherie	37

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
<u>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	
CHAPITRE I : NETTOYAGE ET DESINFECTION	2
I.1. Généralités	2
I.2. Hygiène	2
I.3. Nettoyage	2
I.3.1. Conditions physicochimiques de l'eau	3
I.3.2. Température	4
I.3.3. PH	4
I.3.4. Alcalinité	5
I.3.5. Dureté et concentration de minéraux	5
I.3.7. Action chimique	6
I.3.8. Temps de contact	6
I.4.1. Description des différentes classes de désinfectants	7
I.4.1.1. Halogénés à base de chlore	8
I.4.1.2. Aldéhydes	8
I.4.1.3. Alcools	8
I.4.1.4. Avantages et inconvénients des désinfectants en fonction de leurs principes actifs	8
I.4.2. Modes d'action des désinfectants	10
I.5. Coût de l'hygiène	11
<u>PARTIE EXPERIMENTALE</u>	
OBJECTIFS	12
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES	12
I.1. Présentation des boucheries	12
I.2. Matériel	13
I.3. Echantillonnage	14
I.3.1. Echantillons prélevés	14
I.3.2. Procédure de prélèvement	14
I.3.3. Transport des échantillons	15
I.4. Méthodes	15
I.4.1. Analyse microbiologique	15
I.4.1.1. Normes utilisées	15
I.4.2. Préparation des échantillons à tester	16
I.4.2.1. Homogénéisation	16
I.4.2.2. Dilutions	16

I.4.3. Dénombrement des flores recherchées	16
I.4.3.1. Ensemencement en profondeur (FAMT à 30°C, coliformes totaux à 37°C et coliformes thermotolérants à 44°C)	16
.....	17
I.4.3.2. Lecture	17
I.4.3.3. Interprétation des résultats du contrôle du procédé de nettoyage/désinfection ...	18
I.4.4. Recherche de <i>Salmonella</i> sp.	18
I.4.5. Recherche d'<i>Escherichia coli</i>	19
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	21
I.1. Résultats globaux des deux boucheries	21
I.2. Résultats globaux de la boucherie 01 et 02	22
II. Résultats par groupe de microorganismes et par surface	24
II.1. Charges microbiennes de la flore aérobile mésophile totale (FAMT)	24
II.1.1. Charges microbiennes de la boucherie 01	24
II.1.2. Charges microbiennes de la boucherie 02 :	26
II.2. Charges microbiennes des coliformes totaux (CTX)	28
II.2.1. Charges microbiennes de la boucherie 01	28
II.2.2. Charges microbiennes de la boucherie 02	29
II.3. Charges microbiennes des coliformes thermotolérants (CTT)	30
II.3.1. Charges microbiennes de la boucherie 01	31
II.3.2. Charges microbiennes de la boucherie 02	32
III. Contrôle du procédé de nettoyage et de désinfection	33
IV. Etude des corrélations observées pour chaque groupe de micro-organismes	34
V. Recherche d'<i>Escherichia coli</i> et <i>Salmonella</i> sp.	35
V.1. Recherche d'<i>E. coli</i>	36
V.2. Recherche de <i>Salmonella</i> sp.	38
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	42

INTRODUCTION

La viande est le résultat de la transformation du muscle après la mort de l'animal. Elle constitue, par excellence, la première source de protéines animales grâce à sa richesse en acides aminés indispensables, en eau et en protéines de haute valeur biologique ; faisant d'elle un aliment indispensable pour une alimentation équilibrée. Néanmoins, cette richesse lui offre un environnement favorable à la prolifération des bactéries pathogènes.

La viande est traditionnellement considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme (**SALIFOU *et al.*, 2013 ; KHENNOUFA et MAAMIR, 2018**). La qualité microbiologique de cette denrée alimentaire est fortement influencée par les conditions d'hygiène lors de leur production et leur manipulation (écorchage, éviscération, transformation, stockage et distribution dans les abattoirs et les établissements de vente au détail). Sans un contrôle hygiénique approprié, l'environnement des abattoirs et des boucheries peut constituer une source importante de contamination microbiologique (**De AGUIAR FERREIRA, 2007**). De ce fait, un suivi rigoureux des bonnes pratiques d'hygiène d'abattage est essentiel dans la prévention de la contamination microbienne des carcasses, et donc la protection de la santé du consommateur et la préservation de la qualité des viandes.

En vue d'estimer les risques et d'adapter les mesures d'hygiène à prendre, toute analyse du processus d'abattage devrait être complétée par une analyse microbiologique des carcasses (**HAMMOUDI et RIAD, 2013**) et de leur environnement.

C'est dans ce contexte que notre intérêt a porté sur, non seulement l'étude de la contamination microbienne des surfaces de boucheries, mais aussi sur l'importance du procédé du nettoyage et désinfection (ustensiles et plan de travail), et ce grâce à la recherche et au dénombrement de microorganismes indicateurs.

Cette étude comporte :

- Une première partie bibliographique qui passe en revue tous les moyens et dispositifs permettant d'évaluer et de contrôler l'efficacité du nettoyage et de désinfection dans une industrie agroalimentaire ;
- Une deuxième partie consacrée à l'étude expérimentale, où seront développés les objectifs visés, le matériel et les méthodes utilisés, les résultats obtenus avec leur discussion et, enfin, une conclusion et des recommandations clôturerons cette étude.

**PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I : NETTOYAGE ET DESINFECTION

I.1. Généralités

L'industrie agroalimentaire (en abrégé IAA) est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières en produits alimentaires destinés essentiellement à la consommation humaine (**DABEZIES *et al.*, 2015**).

Elle ne doit pas être confondue avec l'agro-industrie qui comprend, outre l'agroalimentaire, la transformation des matières premières issues de l'agriculture, de la pêche et de la foresterie en produits non alimentaires, comme les biocarburants, les biomatériaux et les biotechnologies industrielles (« biotechnologies blanches ») (**DABEZIES *et al.*, 2015**).

On distingue généralement plusieurs grandes familles d'activités dans l'industrie agroalimentaire :

- Industrie de la viande,
- Fabrication de produits alimentaires élaborés,
- Fabrication de produits à base de céréales,
- Fabrication d'huiles, de corps gras et de margarines,
- Industrie sucrière,
- Fabrication de produits alimentaires divers,
- Fabrication de boissons et alcools. Dans le cadre de ces activités, cette industrie produit de l'épicerie sucrée et de l'épicerie salée.

I.2. Hygiène

L'hygiène est l'ensemble des principes et des pratiques individuelles ou collectives, visant à la conservation de la santé et au fonctionnement normal de l'organisme (**DABEZIES *et al.*, 2015**).

I.3. Nettoyage

Le nettoyage est l'action qui consiste à retirer totalement les résidus et souillures des surfaces, les laissant visuellement propres et aptes à être désinfectées efficacement. Il permet à la fois d'éliminer des salissures organiques (graisses, sang, sucre, amidon, protéines dont allergènes,) et inorganiques (sels minéraux, rouille, résidus de carbonisation). Il permet également d'éliminer des corps étrangers.

Il convient de noter que le nettoyage à lui seul n'est pas une garantie de décontamination. Il est composé de quatre paramètres qui forment ce que l'on appelle le cercle de Sinner. Ces paramètres sont les conditions physicochimiques de l'eau (pH, dureté, température, alcalinité), l'utilisation d'une action mécanique, l'action chimique (utilisation de produits tensio-actifs et de savon) et le temps de contact (figure 1). La prise en considération de chacun de ces paramètres est importante afin d'obtenir un nettoyage efficace.

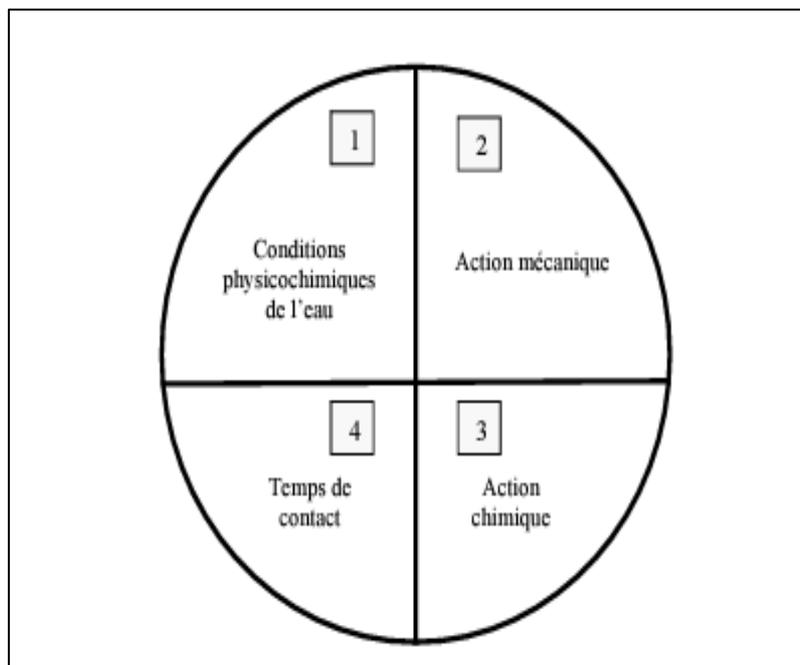


Figure 1. Cercle de Sinner (Massicotte, 2009)

I.3.1. Conditions physicochimiques de l'eau

Il est nécessaire, en tout premier lieu, de connaître les caractéristiques de l'eau. Les paramètres physicochimiques à connaître sont le pH, l'alcalinité, la dureté et la concentration de certains minéraux (fer, magnésium). À titre d'exemple, il suffit de penser à l'eau dure (concentrée en calcium ou en magnésium) qui inhibe l'efficacité d'un savon. Ces caractéristiques peuvent généralement être obtenues de l'usine municipale de traitement d'eau. Il est suggéré de s'informer lorsqu'on constate que des produits ne se comportent plus comme avant (ne moussent pas, ne s'appliquent pas comme avant, ne s'enlèvent pas ou ne se rincent pas comme avant). Une fois que les caractéristiques de l'eau sont connues, le gestionnaire de la salubrité doit en informer son fournisseur afin que ce dernier vérifie si le produit désinfectant qu'il utilise conserve ses propriétés lorsqu'il est mis en solution dans l'eau disponible sur le site. Si le produit perd ses propriétés de façon significative, il y aura lieu soit d'en modifier le mode

d'utilisation ou tout simplement de changer pour un produit qui sera mieux adapté aux caractéristiques de l'eau (MASSICOTTE, 2009).

I.3.2. Température

La température de l'eau joue un rôle important sur l'efficacité des produits. La température recommandée par le fabricant doit être respectée pour maximiser l'efficacité du produit. À défaut de spécifications du fabricant, la température de l'eau permettant de rendre efficace l'effet de détergence et de désinfection doit généralement être tiède (les mains doivent tolérer aisément la température de l'eau). Le glutaraldéhyde et les composés d'ammonium quaternaire, par exemple, sont complètement inefficaces à des températures de 4°C ou moins. Le passage d'une température de l'eau basse (de 4 à 20°C) à une température plus élevée (de 37 à 50°C) peut réduire de 5 à 60 fois la concentration nécessaire du produit utilisé pour désinfecter une surface d'acier inoxydable. On peut citer également en exemple l'eau de Javel qui perd de son efficacité lorsqu'elle est diluée dans l'eau chaude car le chlore s'évapore rapidement. Le microorganisme en question doit être pris en considération. A titre d'exemple, une étude réalisée dans le milieu alimentaire a permis de constater l'influence de la température sur les concentrations nécessaires pour assainir une surface contaminée avec la bactérie *Listeria monocytogenes* (MAFU *et al.*, 1990).

I.3.3. PH

Le pH est une mesure de la concentration d'ions hydrogène dans l'eau. L'échelle de pH s'étend de 1 à 14. C'est une échelle dite « logarithmique inverse ». Ainsi, un pH de 1 correspond à la plus grande concentration d'ions hydrogène, concentration qui est par exemple dix fois celle d'un pH de 2 et 100 fois celle d'un pH de 3.

À un pH de 7, on parle d'un milieu neutre, à un pH supérieur à 7 on parle d'un milieu basique (ex : le pH du bicarbonate de soude est de 12) et à un pH inférieur à 7, on parle d'un milieu acide (le pH du vinaigre est de 3). Le pH de l'eau peut modifier l'efficacité des détergents et des désinfectants utilisés. Par exemple, à un pH inférieur à 5, une solution chlorée produit des dégagements gazeux d'une partie du chlore qui n'est plus alors disponible dans la solution pour agir comme désinfectant.

I.3.4. Alcalinité

La notion d'alcalinité est souvent confondue avec un pH basique. Lorsqu'on parle d'une solution alcaline, on fait référence effectivement à une solution basique. Le terme alcalinité, quant à lui, fait référence à une autre notion et il désigne, en quelque sorte, le résultat de la présence de certains ions qui agissent comme un tampon permettant d'éviter de trop fortes variations de pH. Cette capacité tampon a cependant des limites ; lorsque cette dernière est dépassée, elle devient sensible au pH du produit ajouté. Une alcalinité totale basse réduit l'efficacité des désinfectants. L'alcalinité peut se mesurer au moyen d'un titrage ou de la colorimétrie (MASSICOTTE, 2009).

I.3.5. Dureté et concentration de minéraux

Une eau dure est une eau qui contient des concentrations importantes de minéraux, principalement du calcium, du magnésium et du fer. D'autres minéraux tels le cobalt, le nickel, le cuivre et le manganèse peuvent également participer à rendre l'eau dure. La présence de ces minéraux dans l'eau peut affecter la stabilité ainsi que l'efficacité des désinfectants. À titre d'exemple, des concentrations importantes de fer, de cobalt, de nickel, de cuivre et de manganèse réduisent la stabilité des solutions d'hypochlorites. Le calcium et le magnésium affectent l'efficacité des ammoniums quaternaires et des produits phénoliques. L'eau dure affecte également l'efficacité des savons car elle réagit avec ceux-ci et forme des précipités insolubles. Ces précipités restent incrustés sur les surfaces et finissent par faire des dépôts. En présence d'une eau dure, il est donc nécessaire d'utiliser un détergent car on trouve dans sa composition des agents tensio-actifs qui limitent la formation de ces dépôts (MASSICOTTE, 2009).

I.3.6. Action mécanique

L'action mécanique (frottage) vise essentiellement à remettre en suspension les salissures et à les éliminer. Cette action a donc pour objectif d'améliorer l'efficacité des détergents en éliminant une importante quantité de matières organiques (selles, sang, urine, etc.). Cette étape s'effectue en utilisant un produit qui possède une action de détergence (MASSICOTTE, 2009).

I.3.7. Action chimique

La méthode et le produit à employer dépendent de la nature de la souillure et de la fragilité de la surface à traiter. À titre d'exemple, une souillure grasseuse nécessitera l'utilisation d'un savon dégraisseur. Il est important de se souvenir que pour optimiser l'action chimique d'un désinfectant, il faut une surface propre. Il y a lieu de se demander pourquoi on ne pourrait pas utiliser uniquement de l'eau pour nettoyer et faire ainsi des économies. La réponse à cette question se trouve dans la chimie même de l'eau. L'eau possède une propriété qui se nomme tension superficielle. Lorsque les molécules d'eau (H_2O) se trouvent au sein du volume d'eau, elles s'attirent mutuellement. Par contre, les molécules d'eau qui se retrouvent en contact avec une surface (air, verre, bois, etc.) subissent un effet d'attraction uniquement du côté du volume d'eau. Cette attraction dirigée uniquement dans un sens crée une tension superficielle au niveau moléculaire qui se traduit par la formation de gouttelettes d'eau sur les surfaces. Si on dépose une goutte d'eau sur un lavabo, on observe que celle-ci ne change pas de forme et ne s'étale pas. Elle ne mouille donc pas la surface.

Afin de permettre à l'eau de mouiller une surface, on doit utiliser des produits chimiques qui diminuent la tension superficielle de surface. Ces produits sont appelés des surfactifs ou tensio-actifs. Le savon est un surfactif. En plus d'améliorer l'effet de mouillabilité de l'eau, les surfactifs jouent d'autres rôles dans le nettoyage. Ils peuvent être émulsionnants, c'est-à-dire qu'ils permettent de maintenir en suspension des particules très fines de liquides dans un autre liquide. Cette propriété est particulièrement intéressante lorsque la salissure est grasseuse ou huileuse. Les surfactifs permettent de détacher et de disperser les saletés dans l'eau jusqu'à leur élimination lors du rinçage (MASSICOTTE, 2009).

I.3.8. Temps de contact

Le dernier paramètre du cercle de Sinner est le temps de contact. Le temps de contact se définit comme étant la durée nécessaire pour qu'un désinfectant inactive un organisme. On évalue ce temps en laboratoire. Lorsqu'un désinfectant est appliqué sur une surface, on doit donc suivre les recommandations du manufacturier. Souvent, le temps de contact lors des désinfections n'est pas respecté en raison de l'ignorance de l'importance de ce paramètre. On trouve également le même type de problématique lorsqu'un détergent est appliqué sur une surface. Il est nécessaire de lui donner le temps de réagir avec les salissures afin de pouvoir les déloger (MASSICOTTE, 2009).

I.4. Désinfection

La désinfection est l'opération au résultat momentané permettant de tuer ou d'éliminer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés sur des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Certaines bactéries se stabilisent à quelques nanomètres de la surface, d'autres produisent des substances permettant une adhérence plus difficilement réversible. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes présents au moment de l'opération.

La désinfection ne peut être efficace qu'après un nettoyage. A noter cependant, que la désinfection n'empêche pas les recontaminations ultérieures, c'est pourquoi elle doit être renouvelée régulièrement dans les zones sensibles (**DABEZIE *et al.*, 2015**).

Cinq activités différentes sont regroupées sous le terme de désinfection (**DABEZIE *et al.*, 2015**) :

- Bactéricide : produit qui tue les bactéries,
- Levuricide : produit qui tue les levures,
- Fongicide : produit qui tue les champignons (levures et moisissures),
- Sporicide : produit qui tue les spores bactériennes,
- Virucide : produit qui inactive les virus.

Ainsi, un désinfectant peut n'être que bactéricide, alors qu'un autre sera à la fois bactéricide, fongicide et virucide. De plus, le concept de « sanitation » est fréquemment évoqué dans les IAA. Il vise essentiellement les mesures propres à éliminer les contaminants des denrées alimentaires et les microorganismes potentiellement pathogènes (**DABEZIE *et al.*, 2015**).

I.4.1. Description des différentes classes de désinfectants

Il existe différentes classifications des désinfectants. Cette classification est essentiellement basée sur le principe actif dominant. Il peut aussi y avoir des combinaisons de ces atomes actifs. Par exemple, plusieurs substances peuvent contenir à la fois du chlore et de l'oxygène. Dans certains cas c'est l'oxygène qui domine, dans d'autres c'est le chlore. Pour savoir quel est le principe actif dominant, il faut lire le nom chimique sur la fiche technique ou signalétique du produit ou sur l'étiquette, car le nom commercial, dans la plupart des cas, ne donne aucun indice sur le produit actif (**MASSICOTTE, 2009**).

Le tableau 1 énumère les principales classes employées dans le réseau de la santé.

Tableau 1. Classification des désinfectants en fonction de leurs principes actifs (MASSICOTTE, 2009)

Classes
<ol style="list-style-type: none">1. Halogénés à base de chlore2. Aldéhydes3. Alcools

I.4.1.1. Halogénés à base de chlore

Le chlore est un gaz qu'on ne peut utiliser comme tel pour composer des désinfectants. Les chimistes ont trouvé le moyen de le mettre en solution en le faisant réagir avec des produits caustiques. Cette réaction donne la formation d'hypochlorite de sodium communément appelée eau de Javel. Initialement, le chlore, l'hypochlorite de sodium, en raison de son faible coût de production et de son efficacité désinfectante, est à la base de nombreux désinfectants. Il y a lieu de s'y attarder (MASSICOTTE, 2009).

I.4.1.2. Aldéhydes

Les principaux produits désinfectants qui font partie de cette catégorie sont le formaldéhyde, le glutaraldéhyde et l'aldéhyde succinique (MASSICOTTE, 2009).

I.4.1.3. Alcools

Parmi les différents types d'alcools les plus utilisés, on trouve les molécules d'éthanol (alcool éthylique) ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) et d'isopropanol (alcool isopropylique appelé alcool à friction) ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) (MASSICOTTE, 2009).

I.4.1.4. Avantages et inconvénients des désinfectants en fonction de leurs principes actifs

Les avantages et les inconvénients des désinfectants en fonction de leurs principes actifs sont décrits dans le tableau 2. Ce tableau est réalisé en s'aidant des données du document de Massicotte (2009).

Tableau 2. Avantages et inconvénients des désinfectants en fonction de leurs principes actifs

Désinfectant	Avantage	Inconvénient
Halogénés à base de chlore	<ul style="list-style-type: none"> - Ne coutent pas cher - Large spectre des activités contre les microbes - Efficaces à basse température - Ne laissent pas des résidus sur les surfaces 	<ul style="list-style-type: none"> - Il se dégrade rapidement - Il peut produire des odeurs irritantes - Le chlore gazeux peut causer une irritation des voies respiratoires, des crises d'asthme, de l'étouffement
Aldéhydes	<ul style="list-style-type: none"> - Bactéricide à des concentrations élevées sur les bactéries Gram- - Fongicide, virucide, mycobactéricide et sporicide 	<ul style="list-style-type: none"> - Ils ne sont pas efficaces sur des surfaces souillées - Ils détériorent les surfaces de plastique - Ils produisent des vapeurs irritantes pour les voies respiratoires
Alcools	<ul style="list-style-type: none"> - Agissent rapidement - Actifs sur les bactéries Gram+ et Gram- - Utilisé en association avec d'autres substances ce qui permet d'en améliorer les capacités bactéricides 	<ul style="list-style-type: none"> - Inefficace contre les spores - Peu efficace sur les virus et s'évapore rapidement - Inactivé par les matières organiques - Il ne possède pas d'effet de rémanence - Il possède un haut indice d'inflammabilité - Le contact répété ou prolongé assèche et dégraisse la peau

I.4.2. Modes d'action des désinfectants

La résistance des microorganismes est principalement liée à la composition de la membrane cytoplasmique qui est à la fois un obstacle physique et chimique. Les désinfectants, pour être efficaces, doivent donc être en mesure de s'attaquer à la membrane cytoplasmique ou au contenu de la cellule. Ces modes d'action sont basés sur les interactions moléculaires entre les désinfectants et les composantes cellulaires en présence. Il ne faut pas oublier que la membrane cytoplasmique possède une partie qui aime l'eau (polaire), dite hydrophile, et une partie composée de lipides, dite hydrophobe, (qui n'aime pas l'eau ou non polaire). Cette dernière nécessite l'utilisation de désinfectants qui attaquent les graisses (lipides).

Il existe trois modes d'action possibles des désinfectants, à savoir la destruction de la membrane cytoplasmique, la réduction des échanges avec le milieu extérieur et la destruction par oxydation du matériel cellulaire (tableau 02) (MASSICOTTE, 2009).

Tableau 3. Modes d'action des désinfectants (CAPP, 2007)

Classes	Exemples	Cible et mode d'action	Remarques
Halogènes chlorés et iodés	Hypochlorite de sodium (Javel, Dakin), PVP-iodé	Destruction des protéines membranaires et chromosomiques (halogénéation)	↓ (baisse) activité par matières biologiques et savons / dégradation par rayons UV
Aldéhydes	Formaldéhyde	Altération de la paroi cellulaire, inhibition de la synthèse des acides nucléiques et des protéines	↓ activité par matières biologiques
Alcools	Ethanol, Isopropanol	Dénaturation des protéines cytoplasmiques et membranaires, inhibition de la synthèse des acides nucléiques et des protéines	Présence d'eau nécessaire à l'activité (utilisation d'alcool 70%) / ↓ activité par matières biologiques

I.5. Coût de l'hygiène

Il n'est pas possible dans la pratique de déterminer avec précision le coût de revient de l'hygiène car celui-ci fait intervenir des éléments chiffrables avec précision (les produits, etc.) mais aussi d'autres beaucoup plus difficiles à quantifier (temps d'immobilisation des machines, qualité des produits finis, etc.). L'eau, les produits de nettoyage, les fluides auxiliaires (électricité, gaz, vapeur, air comprimé), la main-d'œuvre, le matériel (amortissement, entretien), le manque à gagner par arrêt de la fabrication pour cause d'immobilisation du matériel pendant le nettoyage et le coût des analyses du contrôle de la qualité du nettoyage sont des facteurs déterminants dans le coût des opérations de nettoyage et de désinfection (**BELLOIN, 1993**).

Bien que ces éléments soient les principaux à prendre en compte, il faudra en outre ne pas oublier les facteurs suivants : déclassement ou perte de produits alimentaires, sécurité du personnel, fiabilité de la méthode et du résultat, biodégradabilité et traitement des rejets et risques de corrosion sur le matériel. On s'aperçoit donc que le coût de l'hygiène dépend d'un grand nombre d'éléments et que la réussite de l'opération dépendra pour une part importante du personnel chargé de la mettre en application (**BELLOIN, 1993**).

**PARTIE
EXPERIMENTALE**

OBJECTIFS

Ce travail vise à déterminer dans deux boucheries privées situées dans la Wilaya d'Alger :

- La qualité bactériologique des surfaces qui se trouvent en contact avec les viandes et produits carnés, et ce, avant et après leurs nettoyage et désinfection,
- Les différentes corrélations avant et après nettoyage et désinfection pour chaque groupe de microorganismes étudié,
- L'efficacité des procédures de nettoyage et de désinfection mises en place,
- Les sites éventuels de contaminations croisées,
- Les possibilités de contamination du produit fini par les sites contaminés et de proposer des mesures correctives appropriées.

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

I.1. Présentation des boucheries

Les prélèvements de surfaces ont été effectués dans deux boucheries privées situées dans la commune de Bab Ezzouar de la wilaya d'Alger.

Les boucheries en question sont spécialisées dans la vente de viandes rouges (viandes de bœuf et de mouton sous forme de carcasses entières, découpées, hachées et merguez ainsi que des abats) et blanches (poulets de chair et dindes sous forme de carcasses, escalopes et viandes hachées).

Ces établissements comprennent des équipements nécessaires pour la conservation, le découpage et la transformation de la viande destinée à la consommation humaine. Ils sont dotés de deux présentoirs réfrigérés pour les viandes, chambres froides, tables à découper (billots), congélateurs, hachoirs, planches à découper, couteaux, haches et balances commerciales. Des lavabos pour le nettoyage des mains sont également présents de l'autre côté de l'atelier.

Concernant le personnel, dans chaque boucherie il existe deux employés qui s'occupent de la mise en vente de la viande et des produits carnés ainsi que du nettoyage et désinfection du lieu de travail

I.2. Matériel

Le tableau 04 regroupe le matériel de prélèvement, le matériel de laboratoire, les milieux et réactifs utilisés pour l'analyse bactériologique.

Tableau 4. Matériel utilisé

Matériel de prélèvement	
- Glacière	- Gants stériles jetables en polyéthylène
- Ecouillons stériles	- Tubes à essais stériles renfermant l'écouvillon et la solution de transport
- Tubes de transport (TSE)	- Cadre guide stérilisé (Gabarit) de 20 cm ²
Matériel de laboratoire	
-Sac Stomacher	-Micropipette,
-Homogénéisateur de type Stomacher	-Embouts pour micropipettes
-Portoir pour sac Stomacher	-Anse de platine
-Tubes à essai	-Boîtes de Pétri
-Portoirs pour tubes à essai	-Lecteur de colonies
-Bec bunsen	-Etuves (30°C, 37°C, 44°C)
-Mélangeur vortex	
Milieux et réactifs	
-Bouillon TSE (Tryptone Sel Eau)	-Gélose HEKTOEN pour les <i>salmonelles</i>
-Gélose PCA (Plate Count Agar) pour les FAMT	-Gélose XLD (Xylose-Lysine-Désoxycholate) pour les <i>salmonelles</i>
-Gélose VRBL (Violet - Red - Bile – Lactose) pour les coliformes	-Additif KOVACS pour les <i>E. Coli.</i>

I.3. Echantillonnage

I.3.1. Echantillons prélevés

Tous les prélèvements sont réalisés durant le mois de juillet 2022. Dix-neuf échantillons de surfaces se trouvant en contact avec les viandes rouges et produits carnés sont prélevés dans 2 boucheries. Quatre à cinq échantillons sont prélevés par boucherie durant la production pendant la journée avant nettoyage des surfaces (prélèvement N°1). Puis, cinq autres sont prélevés en début de journée, après nettoyage des surfaces (prélèvement N°2), et ce conformément à l'LEAA-REF-MIC-540 (2017) (tableau 05).

Les surfaces prélevées sont citées dans les points suivants :

- Présentoir (plateau en contact avec les aliments),
- Hachoir,
- Planche à découper (billot de boucher),
- Couteau,
- Hache.

Excepté le hachoir de la boucherie N°1, qui n'a pas été prélevé avant nettoyage et désinfection, il convient de noter que les mêmes surfaces sont prélevées avant (au cours de la production) et après l'opération de nettoyage (en fin de production).

Tableau 5. Prélèvement des échantillons avant et après nettoyage et désinfection (N&D)

Boucheries	Ouverture - fermeture	Avant N+/-D	Prélèvement N°1	Après N+/-D	Prélèvement N°2
B1(BEZ) (EPLF1)	8 H30 - 22H00	04 échantillons	19H00	05 échantillons	08H30
B2(BEZ) (EPLF2)	9H00 - 21H00	05 échantillons	19H30	05 échantillons	09H00

I.3.2. Procédure de prélèvement

Chaque site est prélevé de façon aseptique de la manière suivante (**Norme ISO 18593, 2004 ; TEAGASC, 2008 ; LEAA-REF-MIC-540, 2017**) :

- Après avoir placé le cadre guide (gabarit) stérile de 20 cm² sur la surface à prélever, l'écouvillon est retiré de son emballage dans le lieu de prélèvement, puis il est introduit dans le tube à essai pour imbiber le coton,
- A l'aide de l'écouvillon stérile humidifié dans 5 ml de TSE, la surface testée (20 cm²) est frottée dix fois verticalement et dix fois horizontalement en appuyant fermement sur la surface,
- L'écouvillon est frotté sur la surface délimitée en maintenant un angle de 30 degrés et en imprimant un mouvement de rotation à l'écouvillon dans le sens contraire du déplacement de l'écouvillon ; il faut s'assurer de couvrir toute la surface du coton-tige et de la zone échantillonnée en changeant de direction,
- L'écouvillon est replacé dans le tube à essai après avoir cassé le bâton. Puis, visser fermement le bouchon.

I.3.3. Transport des échantillons

Une fois les prélèvements réalisés, ils sont placés dans une glacière, puis acheminés vers le laboratoire d'HIDAOA de l'ENSV d'Alger dans une durée n'excédant pas 2 heures conformément aux recommandations de la **DGAL (2007)**.

I.4. Méthodes

I.4.1. Analyse microbiologique

I.4.1.1. Normes utilisées

Toutes les manipulations qui suivent se sont déroulées dans un champ stérile moyennant un bec bunsen, et en respectant l'asepsie des différents éléments.

Afin de réaliser l'examen microbiologique et le dénombrement des microorganismes étudiés, nous avons utilisé les normes suivantes :

- **La norme NF-ENISO 6887-1 (1999)** pour la préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales ;
- **La norme NF V08-051 (1992)** relative au dénombrement de la flore aérobie mésophile totale ;
- **La norme NF V08-050 (1999)** relative au dénombrement des coliformes totaux ;
- **La norme NF V08-017 (1980)** relative au dénombrement des coliformes thermotolérants et *E. coli* ;

- La norme ISO 6579 (2002) pour la recherche de *Salmonella* sp.

I.4.2. Préparation des échantillons à tester

I.4.2.1. Homogénéisation

Les écouvillons ainsi que leur contenu (5ml) sont déversés dans un sac stomacher contenant 35 ml de TSE. Ce dernier est secoué vigoureusement durant 30 secondes dans un appareil Stomacher. Des dilutions décimales sont ensuite, réalisées (Figure 02) (**Norme ISO 18593, 2004 ; TEAGASC, 2008**).

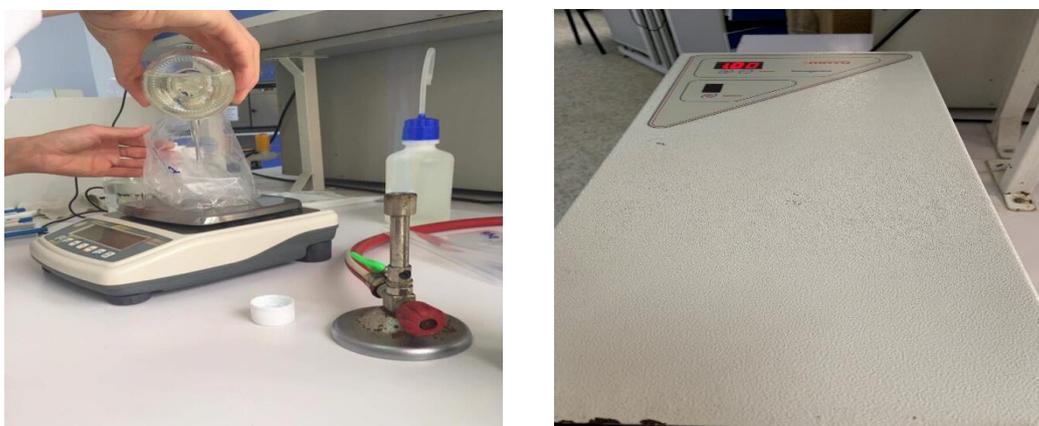


Figure 2. Préparation de la suspension mère (photos personnelles)

I.4.2.2. Dilutions

Lors de la préparation des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}) en vue de l'examen microbiologique, 1 ml est transféré de la suspension 10^0 dans 9 ml de diluant pour obtenir une dilution de 10^{-1} . Cette procédure est répétée avec les autres dilutions en utilisant une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution décimale (**NF-ENISO 6887-1, 1999**).

I.4.3. Dénombrement des flores recherchées

I.4.3.1. Ensemencement en profondeur (FAMT à 30°C, coliformes totaux à 37°C et coliformes thermotolérants à 44°C)

Pour la réalisation du dénombrement de chaque groupe de microorganismes, la procédure est la suivante (Figure 03) :

- Transférer 1 ml de chaque dilution décimale à l'aide d'une micropipette de 1000 µl dans une boîte de Pétri, préalablement préparée et numérotée pour cet usage,
- Couler dans chacune des boîtes de Pétri environ 15 ml de gélose PCA (FAMT) ou VRBL (coliformes) fondue et refroidie,
- Mélanger soigneusement le milieu et l'inoculum en effectuant des mouvements en 8 et des mouvements de va-et-vient puis laisser le mélange se solidifier sur une paillasse horizontale et fraîche,
- Après solidification des milieux retourner les boîtes ainsi préparées puis les incuber en aérobiose pendant 24h à 72h à 30°C pour la flore aérobie mésophile totale, 37°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes thermotolérants.

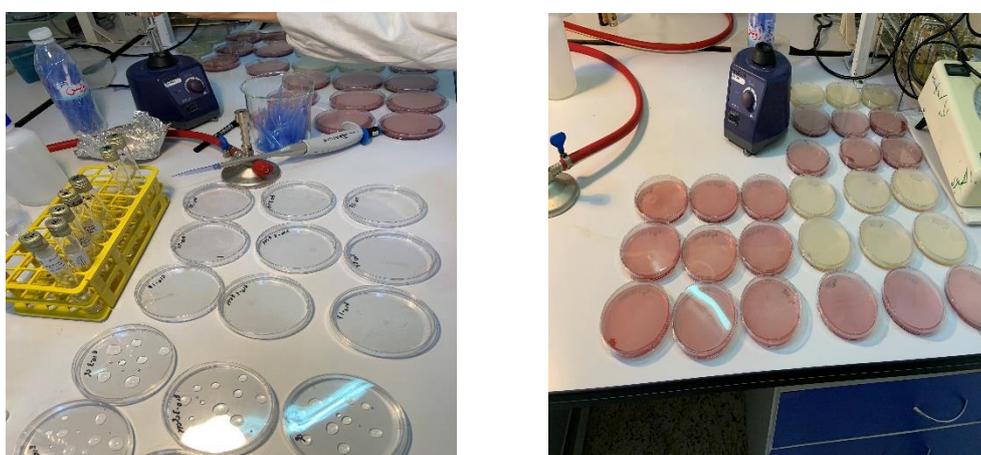


Figure 3. Ensemencement en profondeur des dilutions décimales pour le dénombrement des FAMT et coliformes (photos personnelles)

I.4.3.2. Lecture

- La lecture se fait par comptage des colonies de deux boîtes de dilutions successives contenant entre 15 et 300 colonies par boîte pour la FAMT, et 15 et 150 colonies par boîte pour les coliformes totaux et thermotolérants ;
- Sur gélose PCA, les colonies dénombrées sont blanchâtres, lenticulaires et en tête d'épingle poussant en profondeur (Figure 04) ;
- Sur gélose VRBL, les colonies dénombrées sont lenticulaires, violettes poussant en masse ;
- Appliquer la formule suivante (résultat/cm²) :

$$\text{UFC/cm}^2 = \frac{\text{Nombre en UFC/Boite} \times a}{b \times (\text{facteur de dilution})}$$

Où :

a : Volume de la suspension mère ; b : Taille de la surface prélevée en cm²

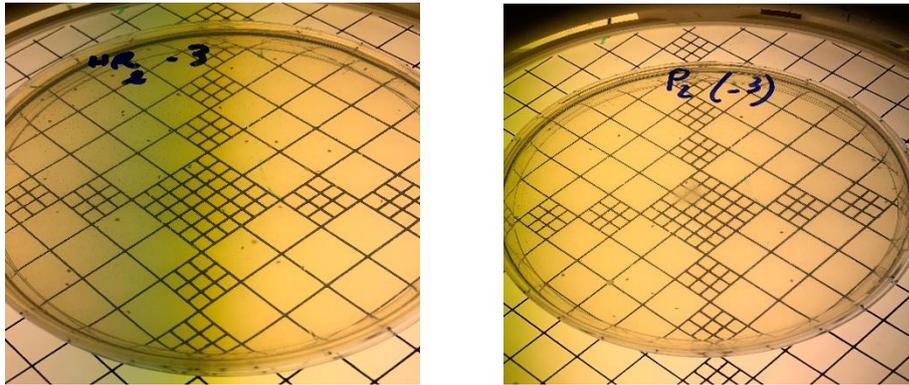


Figure 4. Dénombrement de la FAMT (photos personnelles)

I.4.3.3. Interprétation des résultats du contrôle du procédé de nettoyage/désinfection

Les critères édictés par les textes du gouvernement du Québec (Canada) (MAPAQ, 2019) ont été utilisés pour interpréter les résultats obtenus. Ces critères sont repris dans le tableau 06.

Tableau 6. Mode d'interprétation des résultats de la FAMT et des coliformes totaux lors du contrôle du procédé de nettoyage/désinfection sur les surfaces de travail (MAPAQ, 2019)

Microorganismes	Satisfaisant	Non satisfaisant
Flore aérobie mésophile totale	10/cm ²	>10/cm ²
Coliformes totaux	0/cm ²	>0/cm ²

I.4.4. Recherche de *Salmonella* sp.

I.4.4.1. Méthode d'analyse

Pour la mise en évidence de *Salmonella*, nous avons appliqué une version modifiée de la norme ISO 6579 (2002) relative à la recherche de *Salmonella* sp. Cette méthode comporte un pré-enrichissement, un enrichissement, un isolement sélectif et une identification biochimique.

A. Pré-enrichissement

Le flacon contenant la suspension bactérienne dans 40 millilitres de solution TSE est incubée à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobie.

B. Enrichissement

L'enrichissement est effectué sur un seul bouillon sélectif qui est le bouillon Rappaport Vassiliadis (bouillon RV) dont l'indicateur de pH est de couleur verte.

C. Isolement sélectif

Après incubation, une goutte de suspension bactérienne est prélevée à partir de chaque bouillon (bouillon RV), puis ensemencée, par épuisement, à l'aide d'une anse de platine sur la surface des deux milieux gélosés sélectifs XLD et Hektoen. Les milieux ensemencés sont ensuite incubés à 37°C pendant 18 à 24 heures en aérobie.

Après 18-24h d'incubation, les boîtes sont examinées afin de rechercher la présence de colonies typiques de *Salmonella*. Les colonies typiques de *Salmonella* sp. Sur milieu Hektoen sont vertes ou bleu vert avec ou sans centre noir. Sur milieu XLD, les colonies sont rouges avec un centre noir.

Enfin, les colonies caractéristiques sont prélevées et réensemencées sur une gélose nutritive en vue d'obtenir des cultures pures. L'incubation est réalisée à 37°C pendant 24 heures.

D. Confirmation biochimique

Dans le cas où des colonies présumées sont détectées, une identification à l'aide de tests biochimiques appropriés est effectuée.

E. Interprétation des résultats du contrôle du procédé de nettoyage/désinfection

L'interprétation des résultats est basée sur les critères établis par le MAPAQ (2019) (tableau 07).

Tableau 7. Détection de bactéries pathogènes sur les surfaces de travail (MAPAQ, 2019)

Microorganismes	Satisfaisant	Non satisfaisant
<i>Salmonella</i> sp.	0/cm ²	>0/cm ²

I.4.5. Recherche d'*Escherichia coli*

La mise en évidence des *E. coli* s'effectue à partir des colonies typiques des coliformes thermotolérants, comme suit :

- A l'aide d'une anse de platine prendre une colonie de chaque boîte de Pétri de CTT positifs,
- Réaliser une suspension bactérienne dans le milieu urée indole et l'incuber à 37 °C pendant 24 heures,
- Après incubation, rajouter le réactif de Kovacs permettant d'observer un anneau rouge ou rose lors d'un résultat positif (Figure 5).



Figure 5. Test de l'indole positif (photos personnelles)

Chapitre II : RESULTATS ET DISCUSSION

I.1. Résultats globaux des deux boucheries

Pour l'ensemble des deux lots prélevés, les charges microbiennes de la FAMT (flore aérobie mésophile totale) (1 : 1,27E+04 vs 2 : 2E+06), des CTX (coliformes totaux) (1 : 4,80E+03 vs 2 : 4E+04) et des CTT (coliformes thermotolérants) (1 : 1,31E+03 vs 2 : 8E+03) ont augmenté après nettoyage et désinfection des surfaces (tableau 08).

La procédure de nettoyage et désinfection des surfaces appliquée par les deux boucheries n'a pas permis d'éliminer ou bien de réduire la charge de ces groupes de microorganismes. La formation de biofilms est souvent attribuée à la persistance bactérienne sur les produits frais et les surfaces de manipulation des aliments (AMGAR, 2021). Dans des conditions favorables, cette population peut doubler toutes les vingt minutes (BORGES, 2014). Ainsi, les bactéries comprises dans ces groupes auraient trouvé les conditions optimales et le temps nécessaire pour se multiplier après avoir adhéré fortement aux surfaces prélevées.

Tableau 8. Charges microbiennes des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces des deux boucheries prélevées

Boucherie	FAMT1 (UFC/cm²)	FAMT2 (UFC/cm²)	CTX1 (UFC/cm²)	CTX2 (UFC/cm²)	CTT1 (UFC/cm²)	CTT2 (UFC/cm²)
Boucherie 01	2,85E+03	4E+05	6,00E+01	2E+04	2E+01	9E+03
Boucherie 02	2,26E+04	2,67E+06	9,55E+03	6E+04	3E+03	8E+03
Moyenne	1,27E+04	2E+06	4,80E+03	4E+04	1,31E+03	8E+03

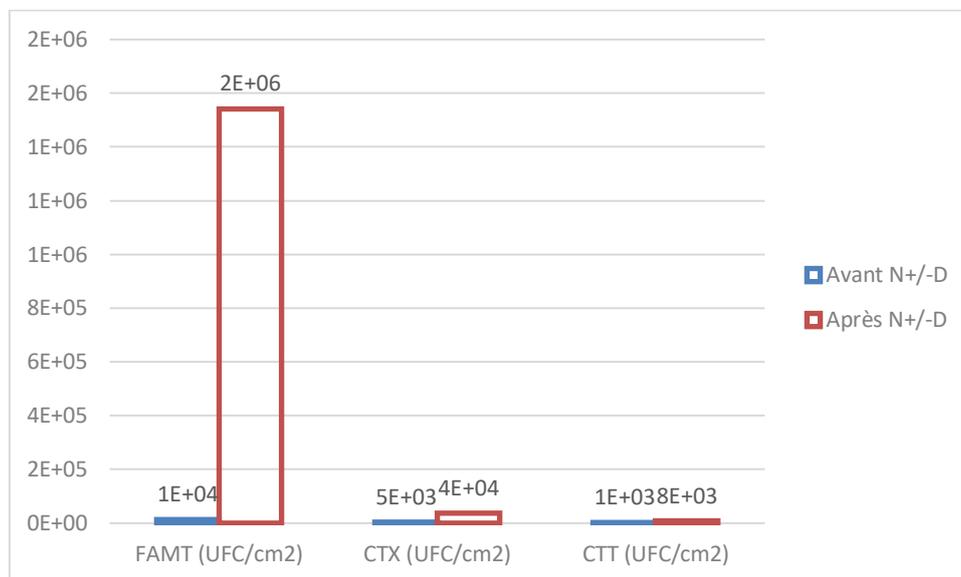


Figure 6. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces des deux boucheries prélevées

I.2. Résultats globaux de la boucherie 01 et 02

Les résultats des surfaces prélevées à partir de la première et de la deuxième boucherie (Tableau 08 ; Figures 07 et 08) indiquent que les charges microbiennes de la FAMT, CTX et CTT ont augmenté après nettoyage et désinfection des surfaces.

L'obtention de ces résultats pourrait être associée à plusieurs facteurs :

- Excepté le hachoir, les autres surfaces prélevées avant et après nettoyage et désinfection pourraient ne pas être les mêmes,
- L'horaire de prélèvement aurait influencé les résultats obtenus. La charge microbienne aurait certainement augmenté après la réalisation de l'échantillonnage (au cours de la production) étant donné qu'il a été effectué 3h00 et 1h30 avant la fermeture de la boucherie 01 et 02 respectivement. Ainsi, les résultats des prélèvements analysés après nettoyage et désinfection des surfaces ne permettent pas de savoir, réellement, si la charge microbienne est restée inchangée après nettoyage et désinfection,
- Le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication,
- La technique de nettoyage et désinfection des surfaces adoptée par les deux boucheries n'est pas appropriée pour la diminution ou l'élimination des microorganismes étudiés :
- Les facteurs « TACT » n'ont pas dû être correctement appliqués. A savoir, les actions physicochimique (concentration du produit) et mécanique (matériel de nettoyage) ainsi

que les actions associées au temps de contact entre le produit et la surface à nettoyer et la température de l'eau et/ou du produit chimique (BELLON FONTAINE, 1988) ;

- Les produits désinfectants n'auraient pas été appliqués correctement.

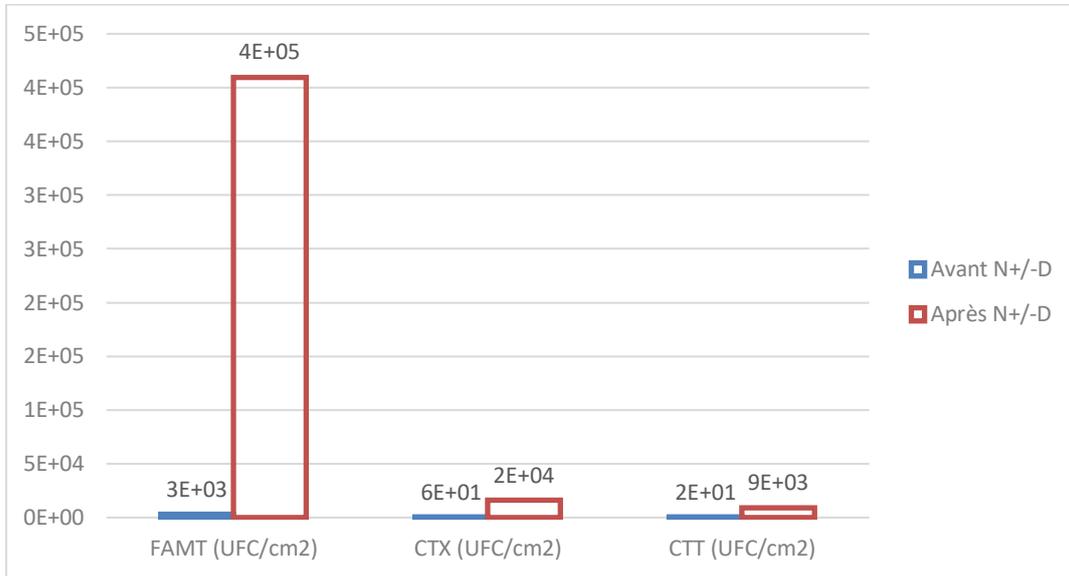


Figure 7. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces de la boucherie 01

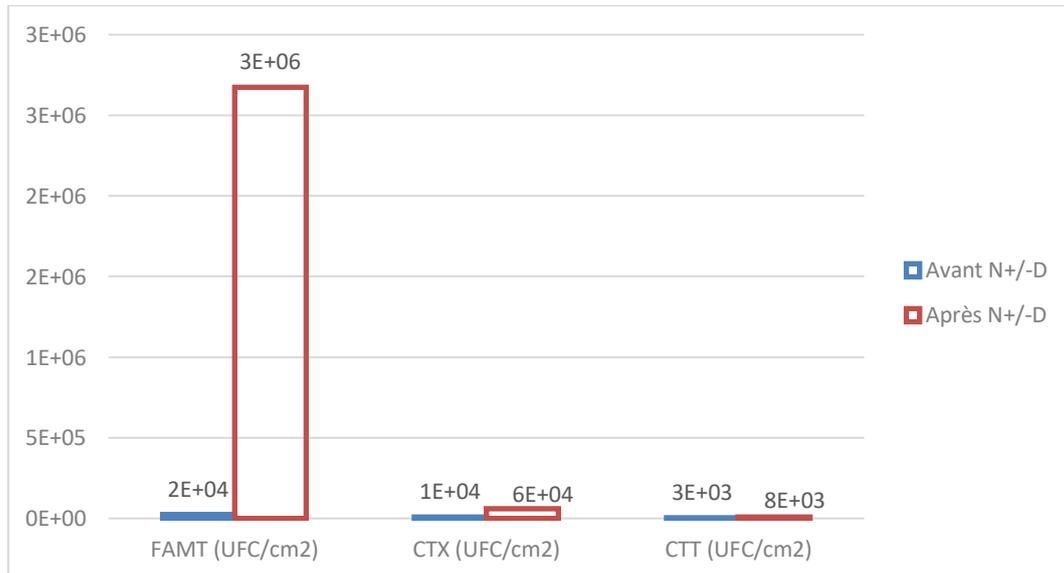


Figure 8. Charges microbiennes générales des différents microorganismes dénombrés avant et après nettoyage et désinfection des surfaces de la boucherie 02

II. Résultats par groupe de microorganismes et par surface

II.1. Charges microbiennes de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Le tableau 09 rapporte les différentes charges enregistrées dans les deux boucheries.

Tableau 9. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces

Surface	Boucherie 01		Boucherie 02	
	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)
H	4,40E+03	2,58E+03	1,08E+05	3,76E+05
HR	-	1,08E+06	8,00E+01	8,00E+05
P	5,60E+02	4,00E+03	4,40E+03	8,64E+06
PL	6,24E+03	9,60E+05	4,00E+02	4,00E+02
C	2,00E+02	2,00E+03	2,60E+02	3,55E+06

H : Hache ; HR : hachoir ; P : présentoir (plateau) ; PL : Planche à découper ; C : Couteau ; - : non effectué

II.1.1. Charges microbiennes de la boucherie 01

Les résultats de la boucherie 01 montrent que :

- Les charges microbiennes de la FAMT des différentes surfaces prélevées avant et après nettoyage et désinfection sont comprises entre 2.10^2 UFC/cm² et $1,08.10^6$ UFC/cm² (Tableau 09; Figure 09) ;
- Avant nettoyage et désinfection, la surface la moins contaminée est le couteau tandis que la surface la plus contaminée par ce groupe de microorganismes est la planche à découper ;
- Après nettoyage et désinfection, les surfaces les moins contaminées sont la hache et le couteau alors que les surfaces les plus contaminées sont le hachoir (plateau du hachoir) et la planche à découper ;
- Seul le couteau demeure la surface la moins contaminée avant et après nettoyage et désinfection des surfaces ;

- La charge microbienne a nettement augmenté après nettoyage et désinfection de la planche à découper. Elle a, en revanche, diminué après nettoyage et désinfection de la hache.

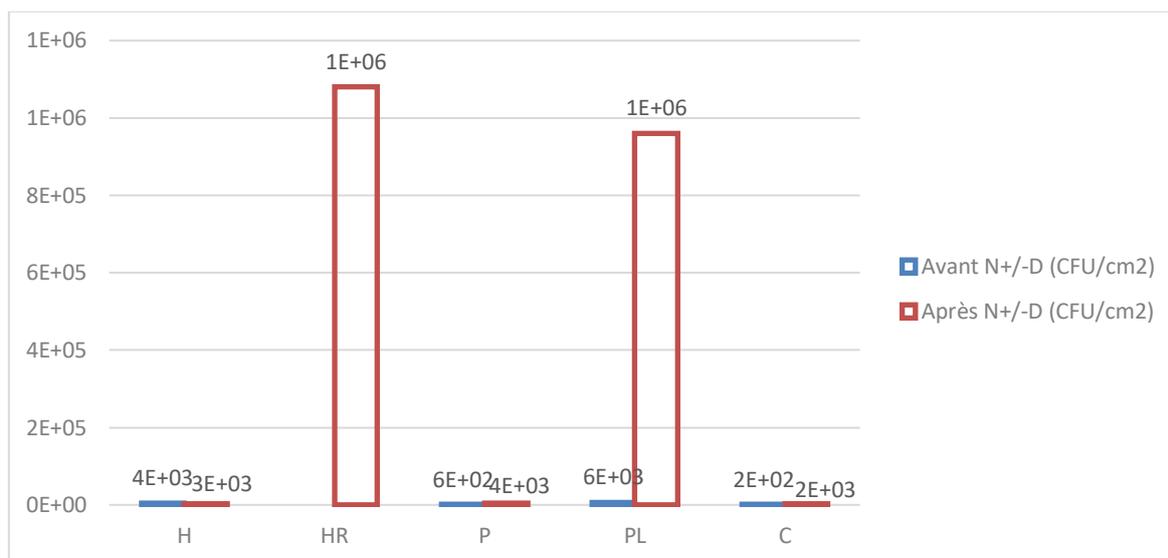


Figure 9. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01)

La boucherie 01 réalise une fois par jour (durant les horaires de fermeture), un nettoyage (eau chaude avec un produit détergent) et une désinfection (eau avec un produit désinfectant de type eau de Javel) de la plupart des surfaces prélevées (hache, hachoir, planche à découper et couteau).

Cependant, l'augmentation de la charge microbienne (présentoir, couteau et planche à découper) après nettoyage et désinfection peut être expliqué par :

- Le non-respect des règles d'hygiène et de manipulation relatives aux 5M ainsi qu'au non-respect des mesures de BPH-BPF,
- L'absence d'un protocole de nettoyage et désinfection,
- L'absence de distinction et de séparation entre les étapes de nettoyage et désinfection.

La date de l'échantillonnage aurait fortement influencé les résultats obtenus car il a eu lieu le lendemain (échantillons prélevés avant nettoyage et désinfection) et le surlendemain (échantillons prélevés après nettoyage et désinfection) de l'Aïd El-Adha.

Au cours de cette période :

- Hormis le hachoir, les autres sites prélevés (présentoir, couteau, planche à découper et hache) auraient été davantage contaminés par les carcasses ovines,

- Le couteau représente le site le moins contaminé avant et après nettoyage et désinfection car plusieurs couteaux auraient été utilisés lors de la réalisation de notre échantillonnage,
- La planche à découper est un ustensile très employé, ce qui explique la forte charge enregistrée avant et après nettoyage et désinfection de cette surface. Par ailleurs, elle est seulement grattée et essuyée après N&D. Etant en bois et présentant des fissures, les restes de la viande découpée s'accumuleraient à l'intérieur de ses fentes, ce qui rend le nettoyage de cet accessoire difficile.
- La hache est également très employée. Elle représente la surface la moins contaminée après nettoyage et désinfection car il en existe plusieurs. De ce fait, il se pourrait que la hache prélevée après N&D n'est pas très utilisée.
- Le hachoir (plateau du hachoir) est prélevé uniquement après N&D car il n'a pas été utilisé lors du déroulement de l'étape d'échantillonnage. Toutefois, il fait partie des surfaces les plus contaminées en raison de la présence de restes de viandes à l'intérieur de cet ustensile. Vu que cette viande reste longtemps en dehors du réfrigérateur, les microorganismes appartenant à la FAMT peuvent se développer et se multiplier.

II.1.2. Charges microbiennes de la boucherie 02

Les résultats de la boucherie 02 indiquent que :

- Les charges microbiennes de la FAMT des différentes surfaces prélevées avant et après nettoyage et désinfection sont comprises entre 8.10^1 UFC/cm² et $8,64.10^6$ UFC/cm² (Tableau 09 ; Figure 10) ;
- Avant nettoyage et désinfection, la surface la moins contaminée est le hachoir (intérieur du hachoir) tandis que la surface la plus contaminée est la hache ;
- Après nettoyage et désinfection, la surface la moins contaminée est la planche à découper alors que la surface la plus contaminée est le présentoir ;
- La charge microbienne a nettement augmenté après nettoyage et désinfection de la hache, du hachoir (intérieur du hachoir), du présentoir et du couteau. Cependant, cette charge est restée inchangée pour la planche à découper.

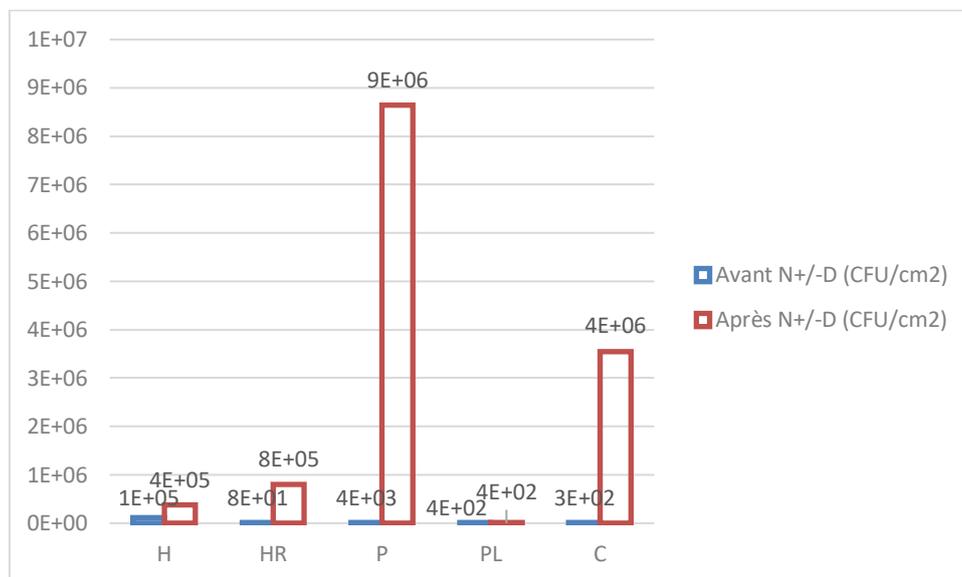


Figure 10. Charges microbiennes de la FAMT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02)

Dans la boucherie 02, l'état d'hygiène est déplorable, que ce soit avant ou après N&D, ce qui explique le nombre élevé de la FAMT enregistré avant ou après N&D. Le protocole de nettoyage et désinfection n'existe pas et aucune place n'est consacrée au N&D des différentes surfaces. Cette opération s'effectue une fois par jour (durant les horaires de fermeture) moyennant de l'eau et un détergent, à défaut de la présence d'eau de Javel. Lors de la réalisation de la 2ème série de prélèvements (après N&D), la planche à découper, le couteau, la hache et le hachoir (intérieur du hachoir) n'auraient pas été correctement nettoyées et désinfectées car ils étaient tous souillés par des morceaux de viande. Seul le présentoir paraissait propre, ce qui expliquerait la stabilité de la charge microbienne enregistrée pour ce site.

Les charges microbiennes enregistrées ont nettement augmenté pour la plupart des surfaces prélevées (couteau, hachoir et présentoir) après N&D.

Hormis le fait que les accessoires ainsi que les endroits prélevés avant et après N&D ne soient pas les mêmes. Ces résultats suggèrent que :

- Les surfaces concernées auraient été davantage utilisées après le déroulement de l'échantillonnage,
- Les microorganismes qui se trouvent dans les restes de viandes accumulés sur les surfaces prélevées avant N&D, à l'instar du hachoir, auraient fortement proliférés,

- Des contaminations croisées auraient eu lieu au cours de cette opération, notamment par le biais de l'emploi de chiffons et de récipients d'eau souillés destinés au N&D de toutes les surfaces de l'établissement.

II.2. Charges microbiennes des coliformes totaux (CTX)

Le tableau 10 présente les différentes charges enregistrées dans les deux boucheries.

Tableau 10. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces

CTX

Surface	Boucherie 01		Boucherie 02	
	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)
H	0,00E+00	0,00E+00	4,56E+04	0,00E+00
HR	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P	2,40E+02	0,00E+00	2,14E+03	0,00E+00
PL	0,00E+00	8,00E+04	0,00E+00	0,00E+00
C	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,00E+05

II.2.1. Charges microbiennes de la boucherie 01

Les résultats de la boucherie 01 indiquent que :

- Les charges microbiennes des coliformes totaux sont comprises entre 0 UFC /cm² et 8.10⁴ UFC/cm² (Tableau 10 ; Figure 11) ;
- Avant nettoyage et désinfection, une seule surface prélevée est contaminée ; il s'agit du présentoir;
- Après nettoyage et désinfection, la planche à découper représente l'unique surface contaminée ;
- Le nombre des CTX enregistré est initialement nul (hache, planche à découper, couteau) ou bas (présentoir). Cette charge microbienne est restée ou devenue nulle après N&D de toutes les surfaces prélevées sauf pour la planche à découper où l'on constate l'apparition d'une charge microbienne.

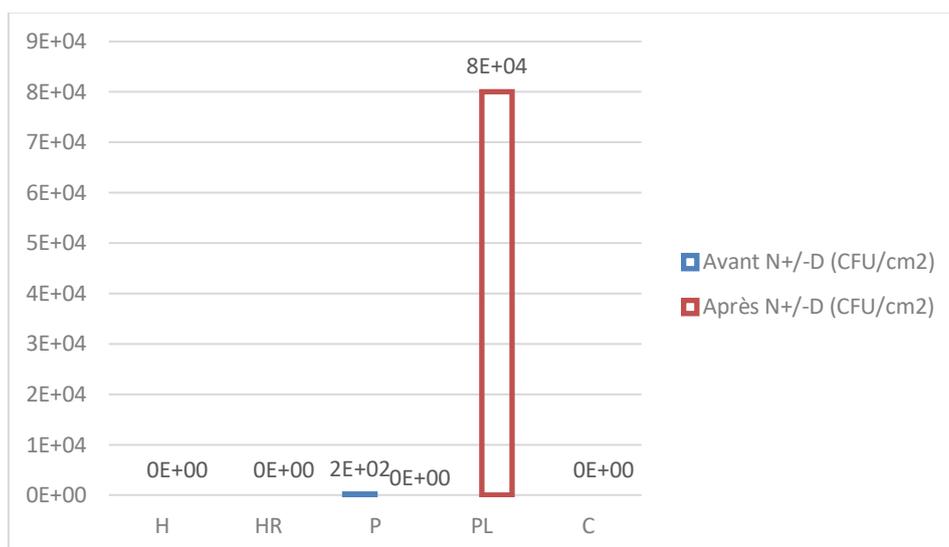


Figure 11. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01)

Ces résultats suggèrent que les surfaces prélevées sont fortement contaminées par des microorganismes de la FAMT autres que le sous-groupe des CTX. L'apparition d'une charge microbienne après N&D de la planche à découper indique que cette dernière aurait été contaminée avant N&D juste après notre passage. Elle représente, ainsi, une source potentielle de contamination de la viande et des surfaces par les CTX. L'origine de ces microorganismes serait probablement la viande qui se trouvait en contact avec ce site. Une fois ces dernières contaminées, elles peuvent être à l'origine de contaminations croisées et transmettre à leur tour les différents microorganismes appartenant à ce groupe aussi bien à d'autres surfaces qu'aux autres catégories de produits carnés. De manière générale, les coliformes ne sont pas pathogènes, mais certains microorganismes pathogènes sont tout de même inclus dans ce groupe (MAPAQ, 2019). Par ailleurs, le fait que la charge microbienne est devenue nulle après N&D du présentoir suggère que les endroits prélevés avant et après N&D ne sont pas les mêmes pour ce site.

II.2.2. Charges microbiennes de la boucherie 02

Les résultats de la boucherie 02 montrent que :

- Les charges microbiennes des coliformes totaux sont comprises entre 0,0 UFC/cm² et 3.10⁵ UFC/cm² (Tableau 10 ; Figure 12) ;

- Avant nettoyage et désinfection, les seules surfaces contaminées sont la hache et le présentoir ;
- Après nettoyage et désinfection, le couteau représente l'unique surface contaminée ;
- Le nombre des CTX enregistré est initialement nul pour le hachoir, la planche à découper et le couteau. Cette charge microbienne est restée ou devenue nulle après N&D de toutes les surfaces prélevées sauf pour le couteau où l'on constate l'apparition d'une charge microbienne.

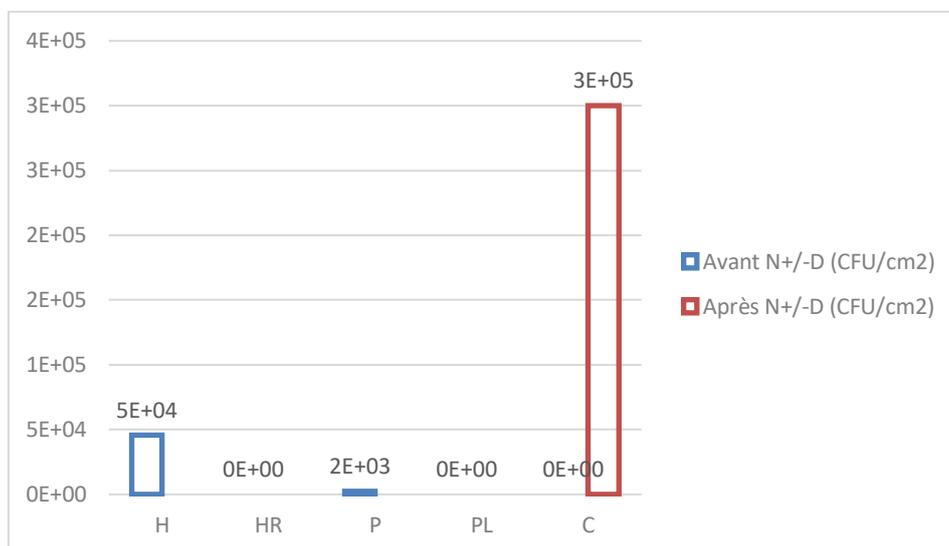


Figure 12. Charges microbiennes des CTX par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02)

Ces résultats suggèrent que le sous-groupe des CTX ne font pas beaucoup partie des microorganismes de la FAMT qui seraient à l'origine de la forte contamination des surfaces prélevées. L'apparition d'une charge microbienne après N&D du couteau indique que ce dernier aurait été contaminée avant N&D juste après notre passage. Par ailleurs, le fait que la charge microbienne est devenue nulle après N&D de la hache et du présentoir suggère que les endroits (présentoir) ainsi que les instruments (hache) prélevés avant et après N&D ne sont pas les mêmes.

II.3. Charges microbiennes des coliformes thermotolérants (CTT)

Le tableau 11 présente les différentes charges enregistrées dans les deux boucheries.

Tableau 11. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces et par boucherie avant et après nettoyage et désinfection des surfaces

Surface	Boucherie 01		Boucherie 02	
	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)	Avant N+/-D (CFU/cm ²)	Après N+/-D (CFU/cm ²)
H	0,00E+00	0,00E+00	1,30E+04	0,00E+00
HR	-	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
P	8,00E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PL	0,00E+00	4,40E+04	0,00E+00	0,00E+00
C	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,00E+04

II.3.1. Charges microbiennes de la boucherie 01

Les résultats de la boucherie 01 indiquent que :

- Les charges microbiennes des coliformes thermotolérants sont comprises entre 0,0 UFC /cm² et 4,40.10⁴ UFC/cm² (Tableau 11 ; Figure 13) ;
- Avant nettoyage et désinfection, le couteau, la planche à découper et la hache ne présentent aucun microorganisme. Ils représentent de ce fait les surfaces les moins contaminées. Le présentoir est toutefois l'unique surface contaminée par ce groupe de microorganismes ;
- Après nettoyage et désinfection, toutes les surfaces prélevées ne présentent aucun microorganisme, sauf la planche à découper.

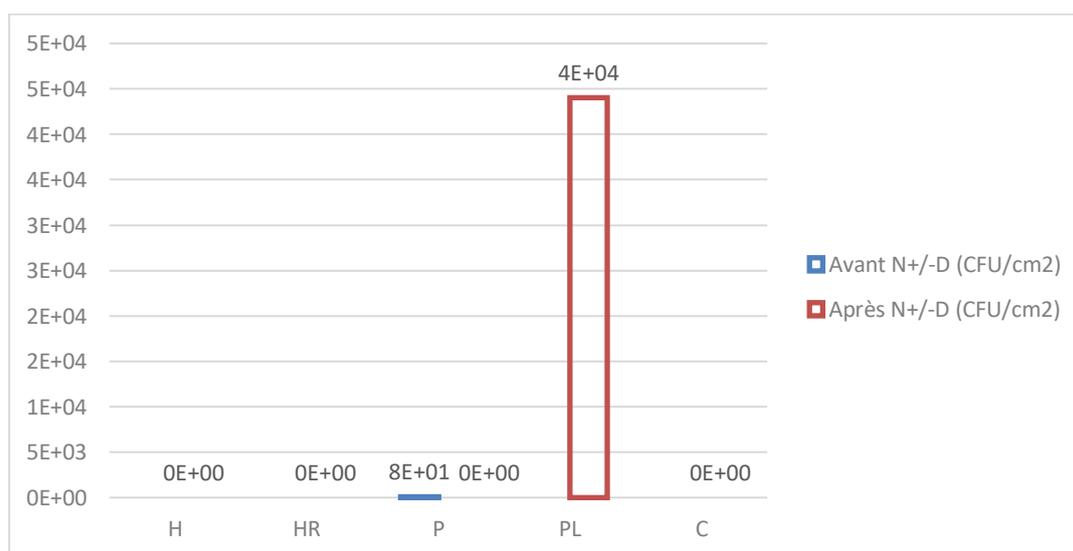


Figure 13. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 01)

Ces résultats indiquent que les surfaces contaminées avant ou après N&D sont les mêmes que celles qui ont été enregistrées pour les CTX. Toutefois, les charges microbiennes enregistrées pour les sites contaminés par les CTX sont supérieures à celles des CTT. Ces résultats sont conformes aux données de la littérature étant donné que les coliformes thermotolérants font partie des coliformes totaux (MAPAQ, 2019).

II.3.2. Charges microbiennes de la boucherie 02

Les résultats de la boucherie 02 montrent que :

- Les charges microbiennes des coliformes thermotolérants sont comprises entre 0,0 UFC/cm² et 4.10⁴ UFC/cm² (Tableau 11 ; Figure 14) ;
- Avant nettoyage et désinfection, le présentoir (plateau), le couteau, le hachoir et la planche à découper ne présentent aucun microorganisme, ils constituent ainsi les surface les moins contaminées. Cependant, la hache représente l'unique surface contaminée par ce groupe de microorganismes.
- Après nettoyage et désinfection, toutes les surfaces prélevées ne présentent aucun microorganisme, sauf le couteau.

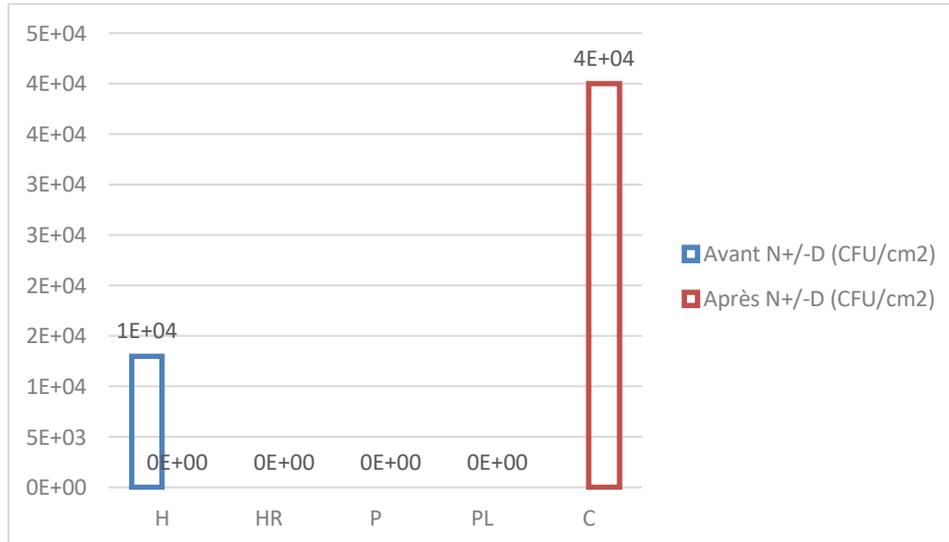


Figure 14. Charges microbiennes des CTT par type de surfaces avant et après nettoyage et désinfection (boucherie 02)

Ces résultats montrent que les surfaces contaminées avant ou après N&D sont les mêmes que celles qui ont été enregistrées pour le sous-groupe des CTX. Cependant, les charges microbiennes enregistrées pour les sites contaminés par les CTX sont supérieures à celles des CTT. Ces résultats concordent avec les données de la littérature puisque les coliformes thermotolérants représentent un sous-groupe des coliformes totaux (MAPAQ, 2019).

III. Contrôle du procédé de nettoyage et de désinfection

Le contrôle du procédé de nettoyage-désinfection des surfaces de travail prélevées pour le groupe de la FAMT a donné un résultat non satisfaisant pour toutes les surfaces étudiées (10/10 ; 100%). En revanche, pour les CTX, la qualité microbiologique de seulement 20% (2/10) des surfaces étudiées est non satisfaisante ; il s'agit de la planche à découper de la boucherie 01 et du couteau de la boucherie 02. Le reste des échantillons testés, soit 80% (8/10) est de qualité satisfaisante (Tableau 12).

Tableau 12. Contrôle du procédé de nettoyage/désinfection des surfaces de travail prélevées

Surface	FAMT				CTX			
	B1 (CFU/cm ²)	QM	B2 (CFU/cm ²)	QM	B1 (CFU/cm ²)	QM	B2 (CFU/cm ²)	QM
H	2.58E+03	NS	3.76E+05	NS	0.00E+00	S	0.00E+00	S
HR	1.08E+06	NS	8.00E+05	NS	0.00E+00	S	0.00E+00	S
P	4.00E+03	NS	8.64E+06	NS	0.00E+00	S	0.00E+00	S
PL	9.60E+05	NS	4.00E+02	NS	8.00E+04	NS	0.00E+00	S
C	2.00E+03	NS	3.55E+06	NS	0.00E+00	S	3.00E+05	NS

QM : qualité microbiologique ; S : résultat satisfaisant ; NS : résultat non satisfaisant ; B1 : boucherie 1 ; B2 : boucherie 2

Le contrôle du procédé de nettoyage-désinfection indique que la procédure adoptée dans les deux boucheries s'avère inefficace pour les surfaces testées. Le dénombrement de la FAMT et des coliformes totaux donne une indication sur les bonnes pratiques de fabrication (BPF)

(MAPAQ, 2019). Les résultats de la FAMT confirment que des mauvaises pratiques sont présentes dans les boucheries prélevées telles qu'une hygiène déficiente. Par ailleurs, la présence de coliformes totaux sur les surfaces de la planche à découper et le couteau signale également un mauvais nettoyage et désinfection de ces sites plus que les autres.

IV. Etude des corrélations observées pour chaque groupe de micro-organismes

L'étude des courbes de tendance indique que le test de corrélation est positif pour les CTX et les CTT de la boucherie 01. Ainsi, le nombre de microorganismes noté après N&D dépend du nombre de microorganismes enregistré avant N&D. Cependant, la corrélation est négative pour la FAMT de la boucherie 01 et tous les groupes de microorganismes (FAMT, CTX et CTT) de la boucherie 02. De ce fait, le nombre de microorganismes noté après N&D ne dépend pas du nombre de microorganismes enregistré avant N&D.

Le tableau 13 présente les régressions des différents groupes de microorganismes, et la figure 15 regroupe toutes les corrélations obtenues.

Tableau 13. Régressions des différents groupes de microorganismes avant et après N&D

Microorganismes	r	Régression
FAMT-B1	0,03	Faible
FAMT-B2	0,3	Moyenne
CTX-B1	0,4	Moyenne
CTX-B2	0,3	Moyenne
CTT-B1	0,4	Moyenne
CTT-B2	0,3	Moyenne

r : coefficient de régression

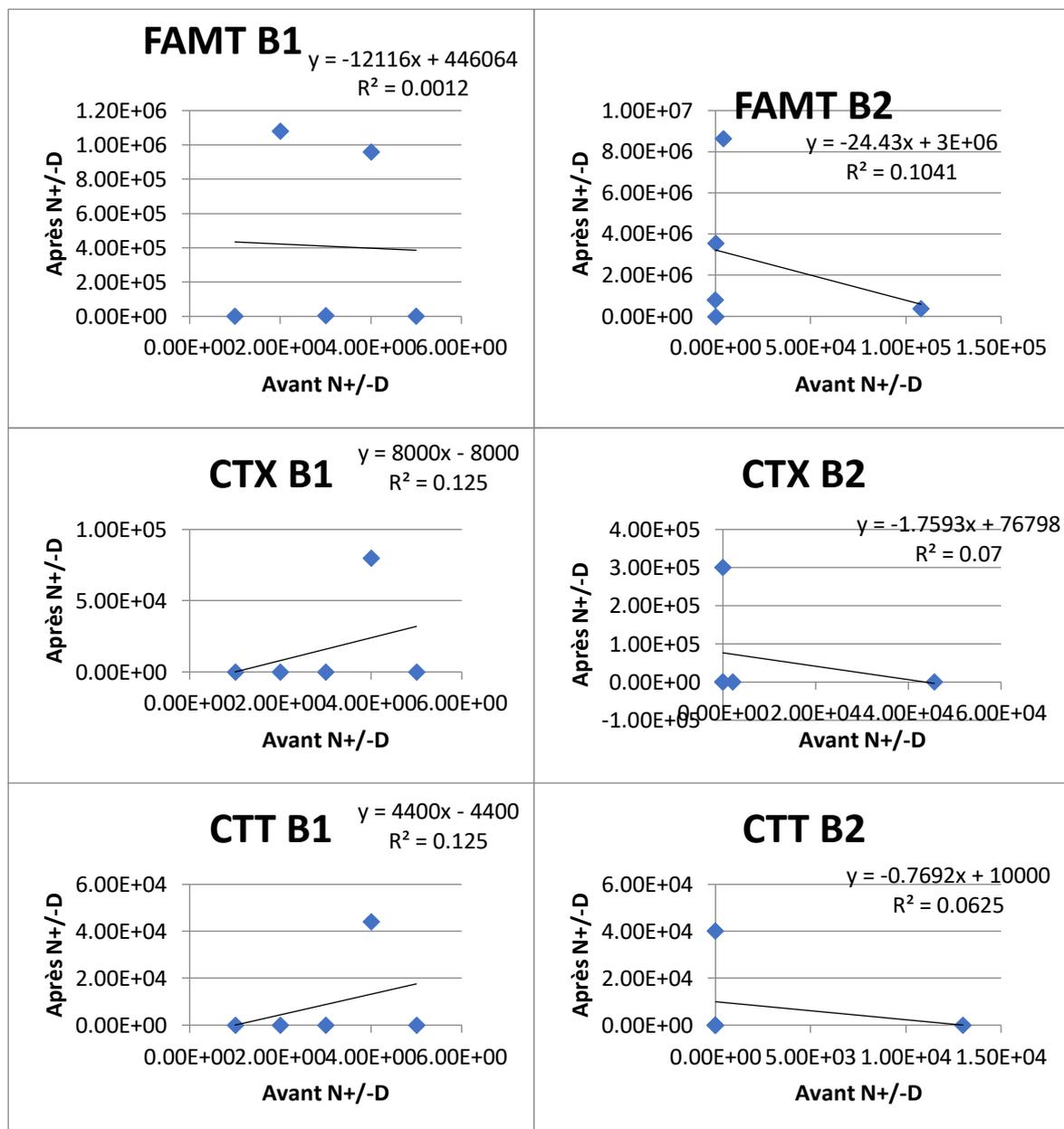


Figure 15. Etude des courbes de tendance pour les différents groupes de microorganismes avant et après N&D

V. Recherche d'*Escherichia coli* et *Salmonella* sp.

Sur les 19 échantillons analysés, 2 sont positifs (10,53%) pour *E. coli* et aucun ne l'est (0%) pour *Salmonella* sp. (Tableau 14 ; Figure 16).

Tableau 14. Recherche d'*E. coli* et *Salmonella* sp. dans les différentes surfaces prélevées

Microorganisme	N	%
<i>E. coli</i>	2	50
<i>Salmonella</i> sp.	0	0

N : nombre de positifs

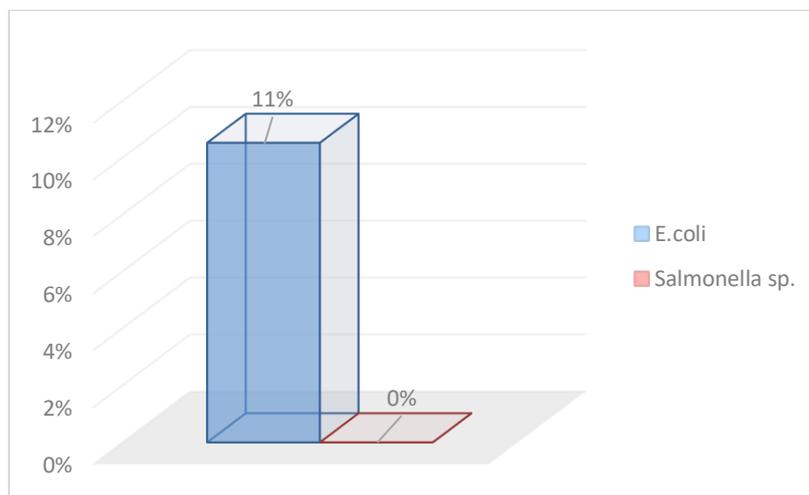


Figure 16. Recherche d'*E. coli* et *Salmonella* sp. dans les différentes surfaces prélevées

V.1. Recherche d'*E. coli*

La recherche d'*E. coli* avant et après N&D a permis de constater que (Tableaux 15 et 16 ; Figure17) :

- A partir des 04 surfaces comprenant des CTT dans les deux boucheries, la recherche des *E. coli* présente un résultat positif pour 2 surfaces sur 4 ;
- *E. coli* était détecté dans 50% (1/2) des échantillons prélevés dans la boucherie 02 avant N&D;
- *E. coli* était détecté dans 50% (1/2) des échantillons prélevés dans la boucherie 02 après le N&D.

Tableau 15. Recherche d'*E. coli* avant et après N&D par boucherie

Boucherie 01 (N=2)				Boucherie 02 (N=2)			
Avant N+/-D		Après N+/-D		Avant N+/-D		Après N+/-D	
N	%	N	%	N	%	N	%
0	0	0	0	1	50	1	50

Tableau 16. Recherche d'*E. coli* avant et après N&D par type de surfaces et par boucherie

Boucherie 01		Boucherie 02	
Surface	<i>E. coli</i>	Surface	<i>E. coli</i>
P1	-	H1	+
PL2	-	C2	+

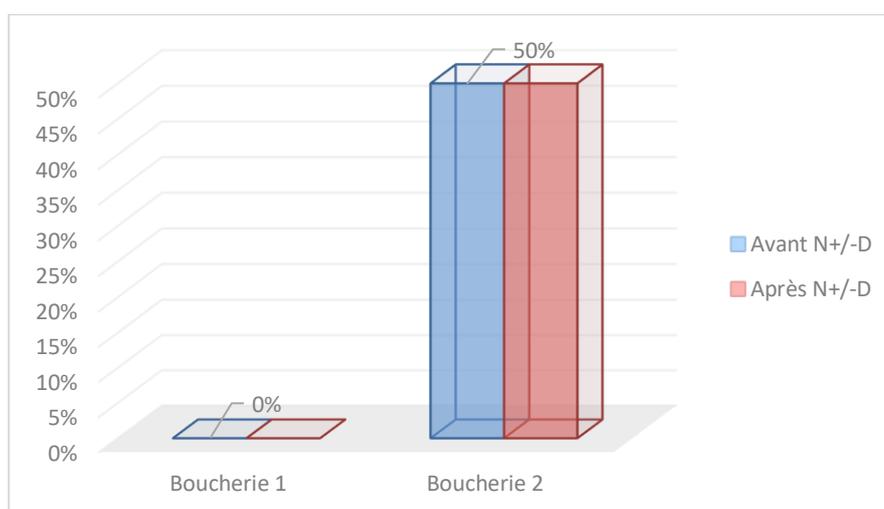


Figure 17. Recherche d'*E. coli* avant et après N&D par boucherie

La présence d'*E. coli* indique une contamination fécale de quelques surfaces étudiées. *E. coli* est le meilleur indicateur d'une contamination d'origine fécale, puisqu'elle est présente dans le tube digestif des animaux et de l'homme et qu'elle est le seul membre du groupe des coliformes à être exclusivement d'origine fécale. Néanmoins, son absence n'est pas une assurance absolue

de l'absence de microorganismes entériques pathogènes tels que *Salmonella* et *Norovirus* (MAPAQ, 2019).

V.2. Recherche de *Salmonella* sp.

Les résultats obtenus montrent l'absence des salmonelles dans les deux boucheries. Le taux de 0% enregistré pour les différentes surfaces prélevées après N&D constitue un résultat satisfaisant (Tableau 14). Ainsi, l'aliment pourrait se trouver dans des conditions qui assurent son innocuité sans constituer un risque pour le consommateur.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Afin d'étudier la contamination microbienne des surfaces de boucheries par la FAMT, les CTX, les CTT, *E. coli* et *Salmonella* sp., deux établissements ont été prélevés dans la wilaya d'Alger. Dix-neuf échantillons de surfaces répartis entre 9 échantillons effectués avant N&D et 10 échantillons réalisés après N&D ont fait l'objet d'une analyse microbiologique. Les surfaces en question sont la hache, le hachoir, le plateau, la planche à découper et le couteau.

Les charges microbiennes de la FAMT (1 : 2,85E+03 vs 2 : 4E+05), des CTX (1 : 6,00E+01 vs 2 : 2E+04) et des CTT (01 : 2E+01 vs 02 : 9E+03) de la boucherie 01 ont nettement augmenté après N&D des surfaces. Les charges microbiennes de la FAMT (1 : 2,26E+04 vs 2 : 2,67E+06), des CTX (1 : 9,55E+03 vs 2 : 6E+04) et des CTT (01 : 3,3E+03 vs 02 : 8E+03) de la boucherie 02 ont également augmenté. Une qualité microbiologique non satisfaisante a été enregistrée pour 100% (10/10) (hache, hachoir, présentoir, planche à découper et couteau) et 20% (2/10) (Boucherie 01 : planche à découper ; Boucherie 02 : couteau) des charges microbiennes enregistrées pour la FAMT et les CTX respectivement. 10,53% (2/19) des échantillons étaient, en outre, positifs pour *E. coli* et 0% (0/10) pour *Salmonella* sp. La présence d'*E. coli* indique une contamination fécale des surfaces étudiées alors que l'absence de détection de *Salmonella* sp. pour l'ensemble des échantillons représente, toutefois, un résultat satisfaisant pour cette bactérie.

Des défaillances concernant le non-respect des règles d'hygiène et de manipulation relatives aux 5M ont été constaté dans les deux boucheries, notamment lors du nettoyage et la désinfection des surfaces. Les résultats de l'analyse microbiologique confirment les observations effectuées. Ils indiquent, entre autres, que la technique de nettoyage et de désinfection employée par ces établissements n'est pas efficace. Elle doit, de ce fait, être impérativement rectifiée afin d'éviter toute prolifération microbienne et contamination croisée après le nettoyage et la désinfection des surfaces.

Pour pallier ces défaillances, la règle de T.A.C.T (temps d'action, action mécanique, concentration et température du produit utilisé) doit être respectée. La mise en place des règles d'hygiène et de manipulation relatives aux 5M, des mesures de BPH-BPF et des procédures de nettoyage et désinfection convenables est plus que nécessaire dans ces établissements. Il est également primordial d'élaborer des textes réglementaires nationaux permettant de définir la méthode d'échantillonnage ainsi que les critères microbiologiques à étudier pour les surfaces se trouvant en contact avec les denrées alimentaires d'origine animale, notamment la viande. Les résultats des deux boucheries prélevées qui s'avèrent peu satisfaisants seraient dus essentiellement au manque de maîtrise en matière de normes d'hygiène du personnel des

boucheries. Il est recommandé voir exigé de suivre un bon plan de nettoyage et désinfection, ainsi qu'à former le personnel sur les points suivant :

- Tout d'abord, veiller à l'hygiène du personnel de la boucherie afin de limiter la contamination. En exigent certaines mesures comme suit :
 - Veiller au port de vêtements appropriés et propres,
 - Le local doit être équipé d'un lave-main avec savon liquide et serviettes jetables,
 - Se laver les mains assez souvent et éviter de serrer la main aux clients,
 - Mettre un caissier se limitant à la seule tâche d'encaissement,
 - Veiller à une bonne hygiène et organisation du travail (pas de cigarettes, s'alimenter loin des plans de travail, interdire les visites et intrusion de personnes externes à la boucherie aux endroits réservés à la vente et à la manipulation des produits ...),
 - Se laver les mains après chaque manipulation.
- Concernant l'hygiène des surfaces (ustensiles et plan de travail) :
 - Choisir des matériaux en inox faciles à nettoyer,
 - Veiller à bien nettoyer et désinfecter les plans ainsi que les ustensiles (couteau, hache, hachoir, etc.) de travail séparément et plusieurs fois par jours,
 - Consacrer un local spécifique au nettoyage et à la désinfection des différents accessoires.
- Pour garantir des règles d'hygiène optimales et éviter toute contamination microbienne des denrées, il est indispensable de nettoyer et désinfecter régulièrement et convenablement les surfaces de travail :
 - Il est impératif de précéder la phase de désinfection par une phase de nettoyage (la désinfection ne peut être efficace que si elle intervient sur une surface propre),
 - L'utilisation d'eau chaude est recommandée pour faciliter l'élimination des souillures (comme la graisse des viandes), la température optimale est de 45°C,
 - Bien suivre les instructions d'utilisation des produits de nettoyage et désinfection (se référer aux étiquettes des produits) :
 - Temps d'action,
 - Action mécanique nécessaire ou non (besoin de frotter),
 - Concentration du produit en fonction de l'utilisation,
 - Température à respecté pour le stockage du produit.
 - Les chiffons et les serpillières constituent également des milieux de prolifération des microorganismes. Ils doivent donc être régulièrement nettoyés et désinfectés,
- Pour le hachoir, il est impératif de se référer aux points suivants :
 - Il devrait être réfrigéré,
 - Si un seul et même hachoir est utilisé pour le hachage de la volaille et la viande rouge,

il est nécessaire de procéder au nettoyage de cet outil après chaque hachage de viande blanche,

- Procéder à un bon nettoyage et désinfection du hachoir :
 - Démontez toutes les pièces du hachoir,
 - Enlever les restes de viandes,
 - Tremper les pièces dans un bac d'eau propre,
 - Nettoyer les pièces avec un produit de nettoyage adéquat avec de l'eau chaude pour liquéfier la graisse,
 - Rincer à l'eau ;
 - Désinfecter les pièces avec un produit de désinfection autorisé,
 - Rincer à l'eau ;
 - Laisser sécher les pièces avant de les monter afin d'éviter l'oxydation.
- Pour le nettoyage de la planche à découper (billot) :
 - Enlever les esquilles et les restes de viande,
 - Eventuellement, épandre dessus du sel de cuisine,
 - Gratter le billot avec un grattoir et une brosse destinée à ce sujet,
 - Enlever le sel ou désinfectez et rincez les matériaux de contact,
 - Rincer et sécher les faces.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AMGAR A, (1998).** Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires, 238p.
2. **BELLOIN J.C. (1993).** L'hygiène dans l'industrie alimentaire, les produits et l'application de l'hygiène. Etude FAO production et santé animale. 117p.
3. **BELLON FONTAINE M.N. (1988).** Nettoyage et désinfection dans les industries alimentaires. Actualités scientifiques et techniques en industries agro-alimentaires. Volume 40. 123p.
4. **BORGES F. (2014).** Sécurité sanitaire des aliments. Projet bibliographique. Université de Lorraine. 55 pages.
5. **CAPP-INFO. (2007).** Bulletin d'information du CAPP. Contact avis pharmacologique et Pharmaceutique. Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). N°46.
6. **DABEZIES S., EYRAUD V., CREUNET A. (2015).** Nettoyage et désinfection en industrie agroalimentaire : Risques santé-sécurité au travail et environnementaux. Master prévention des risques & nuisances technologiques. Faculté de pharmacie. Aix-Marseille. 29p.
7. **DGAL. (2007).** Note de service n°2007-8275 du 14 novembre 2007. Critères microbiologiques applicables aux carcasses d'animaux de boucherie et de volailles, et lignes directrices relatives aux contrôles de surface du matériel en abattoir et en atelier de découpe d'animaux de boucherie et de volailles. 21p.
8. **HAMMOUDI M., RIAD A. (2013).** Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne des carcasses camelines au niveau de l'abattoir de Ouargla. Mémoire de master : Microbiologie Appliquée. Université Kasdi Merbah. Ouargla. 56p.
9. **KHENNOUF A., MAAMIR I. (2018).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de la viande bovine commercialisée dans la région d'El-Oued. Mémoire de master : Biodiversité Et Environnement. Université Echahid Hamma Lakhdar. El oued. 84p
10. **MAFU A.A., ROY D., Goulet J., SAVOIE L. et ROY R. (1990).** Efficiency of Sanitizing Agents for Destroying *Listeria monocytogenes* on contaminated Surfaces. Journal of Dairy Science. 73 (12) : 3428- 3432.
11. **MAPAQ. (2019).** Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytique en microbiologie alimentaire. 58p.

12. **MASSICOTTE R. (2009).** Désinfectants et désinfection en hygiène et salubrité. Direction des communications du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. 77 pages.
13. **NORME ISO 18593. (2004).** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal methods for sampling techniques from surfaces using contact plates and swabs. 1er tirage.8 pages.
14. **NORME ISO 6579. (2002).** Microbiologie des aliments — Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella* spp.7p.
15. **NORME NF V08-017. (1980).** Microbiologie alimentaire - Directives générales pour le dénombrement des coliformes fécaux et d'*Escherichia coli*. Annexe aux normes NF V08-015 et NF V08-016.
16. **NORME NF V08-050. (1999).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
17. **NORME NF V08-051. (1992).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30 degrés Celsius - Méthode de routine.
18. **SALIFOU CFA., BOKO KC., ATTAKPA YE., AGOSSA R., OGBANCOTAN I., FAROUGOU S., MENSAH GA., SALIFOU S., CLINQUART A., YOUSSAOU A.K.I. (2013).** Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. Journal of Animal & Plant Sciences.17 (2) : 2567-2579.
19. **TEAGASC. (2008).** Standard operating procedure for microbiological examination for checks of cleaning and disinfection in meat establishments. Issue: 02. Standard operating procedure for microbiological examination for checks of cleaning and disinfection in meat establishments issued by appropriate plant personnel. 8p.