

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

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'INFLUENCE
DE L'ETAPE D'EVISCERATION SUR LA
PROLIFERATION DES *CAMPYLOBACTER*
THERMOTOLERANTS CHEZ LE POULET DE
CHAIR (ALGER)**

Présenté par :

Mr /Melle Aissaoui Asma

Mr/Melle Belmoukhtar Amani

Soutenu publiquement, le 12 novembre 2020 devant le jury :

Mr HAMDI T.M.

Pr (ENSV)

Président

Mme BOUAYAD L.

MCA (ENSV)

Examinatrice

Mme BOUHAMED R.

MCB (ENSV)

Promotrice

2019-2020

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Nous, soussignées Aissaoui Asma et Belmoukhtar Amani, déclarons être pleinement conscientes 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, nous nous engageons à citer toutes les sources que nous avons utilisées pour écrire ce mémoire de fin d'études.

Signatures

Remerciements

Nous remercions notre chère promotrice **Dr BOUHAMED R.** pour son soutien moral, pour sa gentillesse indescriptible, pour ce qu'elle nous a fourni comme richesse de connaissance dans notre domaine, pour sa fabuleuse aide et sa présence à chaque appel malgré les circonstances.

Nous remercions précieusement **Pr HAMDI T.M.**, Président du jury, de nous avoir fait l'honneur de présider notre projet de fin d'études.

Nous remercions chaleureusement **Dr BOUAYAD L.**, membre du jury, d'avoir pris la peine d'examiner et d'évaluer avec rigueur ce modeste travail.

Nous n'oublions pas de remercier tout le personnel de notre école ainsi que tous nos professeurs qui nous ont enseignées pendant tout notre cursus scolaire.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à mes parents, spécialement à mon père qui m'a toujours soutenue et poussée de l'avant vers la persévérance et le succès, je le remercie également d'avoir déployé tous ses efforts pour me fournir un cadre de vie serein et paisible afin de me permettre d'arriver jusque-là.

A ma mère qui s'est toujours plié à mes caprices et mes angoisses pour me fournir tout ce qui a de meilleur.

Je n'oublie pas mes chers frères **Khalifa** et **Souhaib** ainsi que mes sœurs **Bouchra** et **Chourok**, qui m'ont encouragée et qui ont donné de leur temps pour m'écouter et m'aider à réaliser ce mémorable travail.

A toute la famille **Belmokhtar, El -haouari** et **Souakri**

A ma douce et aimable binôme Asma pour sa présence et son travail.

A mes fidèles amies **Hanane, Souad, Mounira, Khawla, Rima, Amina** et **Messouda** qui ne m'ont jamais perdue de vue tout au long de mes 5 années.

A tous mes camarades de l'école et du 19 mai 1945.

AMANI

Dédicaces

A MON TRES CHER PERE DJABELLAH

A celui qui m'a toujours enseigné d'être forte, j'y arriverai. J'y arriverai, car je sais que ce que tu souhaites le plus pour la famille, c'est le bonheur. Je le ferai pour toi, pour t'honorer. Comme tu as toujours tout fait pour moi.

A la personne qui m'a fourni tout ce qu'un enfant peut demander, et encore plus, ce qui m'a permis de devenir ce que je suis aujourd'hui et j'en suis fière. Je sais, tout le monde croit avoir le meilleur père... Mais, vous vous trompez, le mien était le meilleur!

De tous les pères, tu as été le meilleur, tu as su m'entourer d'attention, m'inculquer les valeurs nobles de la vie, m'apprendre le sens du travail, de l'honnêteté et de la responsabilité. Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien tout au long de mes études. Jusqu'à le jour de ton décès...

Perdre son père, c'est perdre une partie de soi. Quelqu'un qui a toujours été là, pour le meilleur et pour le pire. C'est perdre notre meilleur professeur, celui qui nous a appris tellement de choses. C'est perdre notre meilleur ami, avec lequel on riait tant et faisait des activités toujours aussi extraordinaires. Mais c'est surtout perdre quelqu'un qui a toujours été là pour nous.

Tu as été et tu seras toujours un exemple à suivre pour tes qualités humaines, ta persévérance et ton perfectionnisme.

Des mots ne pourront jamais exprimer la profondeur de mon respect, ma considération, ma reconnaissance et mon amour éternel.

Ce travail est ton œuvre malgré tu n'es plus présent avec nous aujourd'hui, toi qui m'a donné tant de choses ...sans jamais te plaindre. J'aimerais pouvoir te rendre tout l'amour et la dévotion que tu nous as offerts, mais une vie entière n'y suffirait pas. J'espère au moins que ce mémoire y contribuera en partie.

Papa, tu laisses un grand vide dans ma vie, mais sache qu'il y aura toujours une place pour toi dans mon cœur. Même si tu ne sembles pas être avec moi, que je ne peux pas te toucher, te voir ni t'entendre, je sais que tu veilleras toujours sur moi, comme tu l'as toujours fait...Que Dieu t'accueille en son vaste paradis.

A MA TRES CHERE MERE ZERFA

A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans.

A une personne qui m'a tout donné sans compter.

Aucun hommage ne saurait transmettre à sa juste valeur ; l'amour, le dévouement et le respect que je porte pour toi.

Sans toi, je ne suis rien, mais grâce à toi je deviens médecin.

J'implore Dieu qu'il te procure santé et qu'il m'aide à te compenser tous les malheurs passés. Pour que plus jamais le chagrin ne pénètre ton coeur, car j'aurais encore besoin de ton amour. Je te dédie ce travail qui grâce à toi a pu voir le jour. Je te dédie à mon tour cette thèse qui concrétise ton rêve le plus cher et qui n'est que le fruit de tes conseils et de tes encouragements. Tu n'a pas cessé de me soutenir et de m'encourager, ton amour, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études. J'espère que tu trouveras dans ce modeste travail un témoignage de ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect. Puisse Dieu tout puissant te protéger du mal, te procurer longue vie, santé et bonheur afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois. Je t'aime maman
Dédicaces

A MES TRES CHERS FRERES WALID ET AMINE

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon amour et mon attachement. Puisse nos fraternels liens se pérenniser et consolider encore. Je ne pourrais d'aucune manière exprimer ma profonde affection et mon immense gratitude pour tous les sacrifices consentis, votre aide et votre générosité extrêmes ont été pour moi une source de courage, de confiance et de patience. Qu'il me soit permis aujourd'hui de vous assurer ma profonde et ma grande reconnaissance. J'implore DIEU qu'il vous apporte bonheur, amour et que vos rêves se réalisent.

A MA TRES CHERE SŒUR SAMAH ET A MON BEAU FRERE KAMAR

Vous qui m'avez toujours soutenu et encouragé. Voila le jour que vous avez attendu plus impatiemment que moi et sera l'occasion de partager une joie avec votre complicité habituelle. Je vous remercie, pour votre support et vos encouragements, et J'ai le grand plaisir de vous dédie ce modeste travail. J'implore DIEU qu'il vous apporte bonheur, amour et que vos rêves se réalisent.

A MA TRES CHERE TANTE SALIMA ET SON MARIE MESSAOUD

Je vous dédie cet ouvrage et vous remercie pour votre soutien morale.

A MES CHERES NIECES ET CHERE NEUVEUX

Rymasse, Raouf, Line, Ibtihal, Allae Errahmane vous êtes adorables je vous aime trop.

A MA CHERE BINOME AMANI

Merci pour ta présence ton soutien et ton travail.

A MES CAMARADE DE L'ECOLE ET DU 19 MAI 1945 spécialement Wissem et Dounia merci beaucoup pour votre encouragement.

ASMA

RÉSUMÉ :

Les toxi-infections alimentaires à *Campylobacter* constituent une des causes les plus fréquentes de maladies intestinales d'origine bactérienne dans le monde. La principale voie de transmission de cette bactérie zoonotique à l'homme est l'ingestion ou la manipulation de viande de volaille contaminée par cette bactérie. L'objectif de notre étude est d'estimer la prévalence des *Campylobacter* thermotolérants chez la volaille dans un abattoir situé dans la région d'Alger. Un total de 45 prélèvements de peaux de cou réparti en 15 échantillons est récolté après l'étape d'éviscération à partir de 3 lots de poulets de chair provenant de 2 régions différentes. Nos résultats révèlent que 86,67% (n=13/15) des échantillons analysés sont positifs pour les *Campylobacter* thermotolérants. Les espèces identifiées, sont essentiellement *C. jejuni* (81,82%, n=9/11) et dans une moindre mesure *C. coli* (18,18%, n=2/11). L'évaluation du risque des *Campylobacter* s'avère comme pour tout autre risque zoonotique alimentaire primordiale, et ce, afin de connaître l'impact en santé publique de ce danger et d'orienter les choix de maîtrise et de gestion liés à ce pathogène au niveau de la chaîne alimentaire.

Mots clés : *Campylobacter* thermotolérants, *C.jejuni*, *C.coli*, poulet de chair, peau de cou, Alger.

ABSTRACT :

Campylobacter foodborne infections are one of the most common causes of bacterial intestinal diseases worldwide. The main vehicle of transmission of this zoonotic bacterium to humans is the ingestion or handling of poultry meat contaminated by this bacterium. The objective of our study is to estimate the prevalence of thermotolerant *Campylobacter* of broiler chickens sampled from a poultry slaughterhouse located in the region of Algiers. A total of 45 specimens of neck skins divided into 15 samples were collected after the evisceration stage from 3 batches of broilers originating from 2 different regions. Our results revealed that 86.67% (n=13/15) of the analyzed samples are positive for thermotolerant *Campylobacter*. The identified species are mainly *C.jejuni* (81.82%, n=9/11) and to a lesser extent *C.coli* (18.18%, n=2/11). *Campylobacter* risk assessment is carried out as for any other primary foodborne zoonotic risk in order to know the public health impact of this hazard and to guide the control and management choices related to this pathogen at the level of the food chain.

Key words: thermotolerant *Campylobacter*, *C. jejuni*, *C. coli*, broiler chicken, neck skin, Algiers.

ملخص :

التسممات الغذائية بسبب كومبيلوبكتيريا تشكل أحد الأسباب الأكثر شيوعاً لأمراض الأمعاء البكتيرية شيوعاً في العالم. العامل الأساسي لانتقال هذه البكتيريا الحيوانية المصدر إلى البشر هو تناول لحوم الدواجن الملوثة بهذه البكتيريا أو التعامل معها. يهدف عملنا إلى تقييم نسبة الكامبيلوبكتيريا المقاومة للحرارة عند الدجاج الذي تحصلنا عليه من مذبح للدواجن و المتواجد في ولاية الجزائر، تم أخذ 45 عينة من جلد الرقبة بعد عملية نزع الاحشاء، نتائج التحاليل كشفت انه 13 عينة كانت ايجابية لكومبيلوباكتر من بين 15 عينة التي تم تحليلها بنسبة 86,67%، السلالات المعزولة بشكل رئيسي تمثلت في كامبيلوباكتر جيجوني بنسبة 81,82% و كامبيلو باكتر كولي بنسبة 18,18%. يعتبر تقييم مخاطر كومبيلوباكتر ضروري لأي مرض غذائي ذو مصدر حيواني، من أجل معرفة تأثير هذا الخطر على الصحة العامة و التمكن من التحكم بكل ما يتعلق بهذه البكتيريا في السلسلة الغذائية.

الكلمات المفتاحية: كامبيلوباكتر مقاوم للحرارة ، ك . جيجوني، ك. كولي ، الدجاج ، جلد الرقبة، الجزائر

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- - : négatif
- + : positif
- **ANCA** : Association Nationale des Commerçants et Artisans
- **ANSES** : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail
- **ARN** : acide ribonucléique
- **BHIB** : Brain Heart Infusion Broth
- **C.c** : *Campylobacter coli*
- **C.j** : *Campylobacter jejuni*
- **C.l** : *Campylobacter lari*
- **C** : *Campylobacter*
- **CAC/RCP** : Commission du Codex Alimentarius/Recommended Code of. Practice
- **CDC** : Centers for Disease Control and Prevention
- **Céf** : Céfalotine
- **CNIFA** : Conseil National Interprofessionnel de La Filière Avicole
- **DANMAP** : Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme
- **DGAL** : Direction Générale de l'Alimentation
- **DSV** : Direction des Services Vétérinaires
- **EPT** : Eau peptonée tamponnée
- **FAO** : Food and Agriculture Organization
- **H₂O₂** : Peroxyde d'hydrogène
- **H₂S** : Sulfure d'hydrogène
- **ISO** : International Organization for Standardization (Organisation Internationale de Normalisation)
- **MADRP/DSV** : Ministère de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche/ Direction des Services Vétérinaires
- **mCCDA** : Modified Charcoal-Cefoperazone-Deoxycholate Agar
- **MINEPIA** : Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales
- **MSSLD** : Ministère de la Santé et des Soins de Longue Durée
- **n** : Nombre de positifs/ nombre d'échantillons
- **N** : Nombre de positifs
- **NaCl** : Chlorure de Sodium
- **Nal** : acide nalidixique
- **OIE** : Organisation Mondiale de la Santé Animale
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **OSAV** : Office Fédéral de la Sécurité Alimentaire et des Affaires Vétérinaires
- **pH** : potentiel Hydrogène
- **R** : résistant
- **S** : sensible
- **sp.** : espèce
- **spp.** : espèces (species pluralis)
- **TIA** : Toxi-infection alimentaire
- **TSI** : Triple Sugar Iron

- **UFC:** Unité Formant Colonie
- **V :** *Vibrio*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des lots abattus.	19
Tableau 2: Réalisation de l'échantillonnage (DGAL, 2009).	19
Tableau 3: Résultats de la fermentation des sucres..	28
Tableau 4: Principales caractéristiques des <i>Campylobacter</i> thermotolérants (OIE, 2005)	30
Tableau 5: Caractérisation phénotypique des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants (Lehours, 2005)	32
Tableau 6: Extrait du tableau de lecture de la galerie API Campy.	33
Tableau 7: Prévalence globale de <i>Campylobacter</i> spp.	35
Tableau 8: Prévalence de <i>Campylobacter</i> spp. par lot.....	36
Tableau 9: Prévalence globale des <i>Campylobacter</i> thermotolérants.	37
Tableau 10: Prévalence des <i>Campylobacter</i> thermotolérants par lot.....	38
Tableau 11: Prévalence des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants <i>C.jejuni</i> , <i>C.coli</i> et <i>C.lari</i>	39
Tableau 12: Prévalence globale des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants.	40
Tableau 13: Prévalence des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants par lot (N=11).....	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diagramme simplifié des opérations d'abattage de volaille (ANSES, 2003).	7
Figure 2: Saignée des volailles (Frayssé et Darré, 1990).....	8
Figure 3: Eviscération des volailles (Frayssé et Darré, 1990).....	09
Figure 4: Bouillon Bolton au sang du cheval avec supplément (photos personnelles).....	21
Figure 5: Gélose Mueller Hinton et Columbia au sang de cheval (photo personnelle).	21
Figure 6: Gélose mCCDA (photos personnelles).....	22
Figure 7: Homogénéisation des échantillons (photos personnelles).	23
Figure 8: Enrichissement des échantillons (photo personnelle).	23
Figure 9: Isolement sur gélose mCCDA (photos personnelles).....	24
Figure 10: Incubation des boîtes de Petri à 42°C (photo personnelle).	24
Figure 11: Incubation des boîtes de Petri à 42°C (photo personnelle).....	24
Figure 12: Principales étapes de la coloration de Gram (Anonyme b, 2016).	26
Figure 13: Aspect microscopique de <i>Campylobacter</i> sp. (photos personnelles).	27
Figure 14: Test positif à la recherche de l'oxydase (photo personnelle).	28
Figure 15: Recherche de la fermentation des sucres (photo personnelle).....	29
Figure 16: Résultat de la recherche de la fermentation des sucres (photos personnelles).	29
Figure 17: Incubation des colonies repiquées à 25°C (photo personnelle).	30
Figure 18: Test de la catalase positif (photo personnelle).....	31
Figure 19: Galerie API Campy (photos personnelles).	34
Figure 20: Prévalence globale de <i>Campylobacter</i> spp.	35
Figure 21: Prévalence des <i>Campylobacter</i> spp. par lot.....	36
Figure 22: Prévalence globale des <i>Campylobacter</i> thermotolérants.	37
Figure 23: Prévalence des <i>Campylobacter</i> thermotolérants par lot.	38
Figure 24: Prévalence globale des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants.	40
Figure 25: Prévalence des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants par lot.....	41

Table des matières

<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	3
<u>CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES ABATTOIRS AVICOLES</u>	3
I. Définitions d'un établissement d'abattage	3
I.1 Définition de la FAO	3
I.2 Définition du Codex Alimentarius	3
II. CONCEPTION D'UN ABATTOIR AVICOLE	3
II.1 Aménagement et bâtiments	3
II .1.1 Aménagement.....	3
II .1.2 Bâtiments	4
II.2 Équipement et matériel.....	5
II.3 Personnel	5
III. TECHNIQUE D'ABATTAGE.....	6
III.1 Définition de l'abattage.....	6
III.2 Etapas d'abattage	6
III .2.1 Etourdissement	7
III .2.2 Saignée.....	7
III .2.3 Échaudage.....	8
III .2.4 Plumaison	8
III .2.5 Eviscération	9
III .2.6 Ressuage	10
III .2.7 Refroidissement.....	10
<u>CHAPITRE II : CAMPYLOBACTER ET CAMPYLOBACTERIOSE</u>	3
I. CARACTERES GENERAUX DES <i>CAMPYLOBACTER</i>	11
II.1 Historique	11
II.2 Taxonomie	11
II. ETUDES MICROBIOLOGIQUE	12

II.1	Morphologie.....	12
II .1.1	Etude Microscopique	12
II .1.2	Etude macroscopique.....	13
II.2	Caractère culturaux	13
III.	EPIDEMIOLOGIE	14
III.1	Habitat.....	14
III.2	Campylobactérieuse.....	14
III .2.1	Campylobactérieuse chez les animaux.....	14
III .2.2	Campylobactérieuse chez l'homme.....	15
III.3	Mode de transmission	15
IV.	ETHIOPATHOGENIE DES CAMPYLOBACTERS.....	16
IV.1	Pouvoir pathogène	16
IV.2	Dose infectieuse.....	16
IV.3	Symptômes et signes cliniques	16
<u>PARTIE EXPERIMENTALE</u>		18
OBJECTIFS		18
<u>CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES</u>		18
I.	MATERIEL ET METHODES	18
I.1	Matériel.....	18
I .1.1	Présentation de l'abattoir	18
I .1.2	Echantillonnage	18
I .1.3	Matériel de laboratoire.....	19
I .1.4	Milieux et réactif utilisés	20
I.2	Méthodes	22
I .2.1	Méthodes d'analyses bactériologiques	22
<u>CHAPITRE II : RESULTATS</u>		35
I.	DETECTION DES <i>CAMPYLOBACTER</i> THERMOTOLERANTS	35
I.1	Prévalence de <i>Campylobacter</i> spp	35

I .1.1	Prévalence globale	35
I .1.2	Prévalence par lot	36
I.2	Prévalence des <i>Campylobacter</i> thermotolérants.....	37
I .2.1	Prévalence globale des <i>Campylobacter</i> thermotolérants.....	37
I .2.2	Prévalence des <i>Campylobacter</i> thermotolérants par lot	38
II.	ETUDE PHENOTYPIQUE DES ISOLATS DE <i>CAMPYLOBACTER</i> THERMOTOLERANTS.....	39
II.1	Identification des <i>Campylobacter</i> thermotolérants à l'aide de galeries classiques ...	39
II.2	Identification des espèces de <i>Campylobacter</i> spp. à l'aide de galeries API Campy .	39
II .2.1	Prévalence globale	39
II .2.2	Prévalence par lot	40
<u>CHAPITRE III :DISCUSSION</u>		42
I.	CHOIX DU PRELEVEMENT	42
I.1	Espèce animale	42
I.2	Partie prélevée	42
I.3	Etape du prélèvement	42
II.	DETECTION DES ISOLATS DE <i>CAMPYLOBACTER</i> THERMOTOLERANTS.....	43
II.1	Prévalence des isolats de <i>Campylobacter</i> thermotolérants.....	43
II.2	Sources de contamination des volailles par les <i>Campylobacter</i> thermotolérants.....	44
II .2.1	Dose infectante	44
II .2.2	Saisonnalité - Température	44
II .2.3	Elevage	44
II .2.4	Age.....	45
II .2.5	Transport.....	45
II .2.6	Abattoir.....	45
III.	CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES ISOLATS DE <i>CAMPYLOBACTER</i> THERMOTOLERANTS.....	46

III.1	Identification des isolats de <i>Campylobacter</i> thermotolérants à l'aide de tests biochimiques classiques	46
III.2	Identification des espèces de <i>Campylobacter</i> thermotolérants à l'aide de la galerie API Campy	47
<u>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</u>		48
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>		51

INTRODUCTION

La population est de plus en plus sensible à la composition des produits alimentaires et à leurs valeurs nutritionnelles (**Brunel et al., 2010**). La viande blanche n'échappe pas à ce phénomène car c'est une source de protéine animale qui présente autant de qualités nutritives que la viande rouge (**Boukhalfa, 2006**). C'est un aliment de grande valeur nutritionnelle grâce à sa richesse en protéines qui varie de 18 à 24% (**Ooreka, 2019**). Elle est également une source intéressante de potassium, de phosphore, de fer et de vitamines du groupe B, notamment la vitamine B12 antianémique (**Geay et al., 2002**). Compte tenu de ses apports nutritionnels, cette viande est conseillée aux patients bénéficiant d'un régime alimentaire non gras pour la maîtrise du taux de cholestérol et également aux sportifs ainsi qu'aux personnes intéressées par une bonne hygiène de vie (**Boukhalfa, 2006**). En plus du contexte nutritionnel, il est utile de savoir que les viandes blanches sont les plus consommées en Algérie surtout pour des raisons économiques. L'Algérie produit annuellement 350 000 à 400 000 tonnes de viande blanche (**ANCA, 2020**). Selon **Boulenouar (2014)**, les algériens consomment toujours en dessous de la norme mondiale en matière de viande car les recommandations de « l'OMS » et de la « FAO » exigées se situent entre 20 et 25 kilos de viande par personne et par an (**Anonyme a, 2016**). Toutefois, les chiffres du conseil interprofessionnel de la filière avicole CNIFA affirment enregistrer une augmentation permanente de la consommation de la viande de volaille au cours des vingt dernières années estimée à 10% chaque année, contre 2 à 3% au niveau mondial (**Irnatene, 2020**).

D'autre part, l'Organisation Mondiale de la Santé rapporte que des centaines de millions de personnes dans le monde souffrent de maladies dues à la contamination des aliments, et que les denrées d'origine animales en sont les causes les plus irréfutables (**Moussiliou, 2008**). Concernant la volaille, elle est considérée comme une denrée alimentaire problématique en raison de la concentration des abattages et de l'augmentation des élevages en plein air (**Régula, 2008**). Cette viande constitue un réservoir régulier de *Campylobacter* (**Puterflam et al., 2007**) et est responsable de cas humains de campylobactériose qui sont dus à des campylobactéries. Selon le programme de surveillance des pathogènes alimentaires FoodNet du Centers for Disease Control and Prevention des Etats-Unis, ces micro-organismes occupent la seconde place derrière les salmonelles dans le classement des gastro-entérites d'origine bactérienne (**CDC, 2015**). L'infection à *Campylobacter* se manifeste particulièrement par des diarrhées, des douleurs abdominales, des selles sanguinolentes et de la fièvre qui s'accompagnent parfois de nausées et de vomissements mais rarement de complications (**MSSLD, 2020**). Les principales sources de cette infection sont représentées par l'ingestion ou la manipulation (contamination et contamination croisée) de la viande de volaille, crue ou insuffisamment cuite, contaminée par cette bactérie (**Puterflam et al., 2007**). Par ailleurs, parmi les campylobacters qui sont à

l'origine de la contamination des carcasses de volailles, certains sont révélateurs de l'hygiène globale du procédé d'abattage alors que d'autres sont plus spécifiques d'une contamination d'origine digestive ou encore de la colonisation des équipements de la chaîne d'abattage (ANSES, 2009). Enfin, afin de réduire le risque d'avoir des produits contaminés, l'application des bonnes pratiques d'hygiène et d'abattage dans les abattoirs avicoles présente un effet significatif sur la qualité des carcasses de poulets de chair (Alloui *et al.*, 2013).

Notre étude porte sur les bactéries du genre *Campylobacter* en raison du caractère ubiquiste et de la fréquence élevée du portage sain de ce pathogène chez le poulet de chair qui est souvent à l'origine des infections entériques chez l'homme.

Notre travail est divisé en deux parties :

- Une partie bibliographique comprenant une description des abattoirs avicoles dans le chapitre I, et l'importance des *Campylobacter* et des Campylobactérioses dans le chapitre II.
- Une partie expérimentale regroupant le matériel et méthodes de notre travail, nos résultats et discussion ainsi qu'une conclusion et des recommandations.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LES
ABATTOIRS AVICOLES

I. DEFINITIONS D'UN ETABLISSEMENT D'ABATTAGE

I.1. Définition de la FAO

Un établissement d'abattage est un établissement où les animaux sont tués et transformés en produits carnés. Dans les grandes installations, l'abattage suit un parcours linéaire complètement mécanisé. Les ouvriers sont affectés à des postes spécifiques et les carcasses se déplacent sur un convoyeur d'un poste à l'autre jusqu'à ce que le processus entier soit achevé (FAO, 2020).

I.2. Définition du Codex Alimentarius

Un établissement d'abattage représente tout local Approuvé / homologué et/ou enregistré par l'autorité compétente, utilisé pour l'abattage et l'habillage d'animaux spécifiés destinés à la consommation humaine (CAC/RCP, 2005).

II. CONCEPTION D'UN ABATTOIR AVICOLE

II.1. Aménagement et bâtiments

II.1.1. Aménagement

Les constructions doivent être réalisées en dur et aménagées de façon à permettre des nettoyages, des lavages et des désinfections faciles et efficaces (Anonyme, 1996) :

- Les sols sont conçus de façon à permettre l'évacuation des liquides vers des orifices d'évacuation munis de grilles et de siphons pour limiter les stagnations (Anonyme, 2010).
- Les murs doivent être lisses, résistants et imperméable, enduits d'un revêtement lavable et clair jusqu'à une hauteur d'au moins deux mètres. La ligne de jonction des murs et du sol doit être arrondie ou bien dotée d'une finition similaire (Anonyme, 1996).
- Les plafonds tout comme les sols et les murs contribuent à garantir l'hygiène des locaux. De ce fait, ils doivent être également faciles à nettoyer. Ceci implique des plafonds (Anonyme, 2010) :
 - Lisse ;
 - Résistants aux produits chimiques appliqués pendant leur nettoyage ;
 - Supporter le lavage au jet ;

- Dans les petites structures, le plafond peut-être absent à condition que le sous-toit soit exempt de salissures et de poussières **(Anonyme, 2010)**.
- La lumière naturelle ou artificielle doit être largement assurée dans tous les locaux **(Anonyme, 1996)** sans modifier les couleurs **(Arrêté du ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes, Rebat 26 juillet 2007 n°5771, 2007)**.
- La Ventilation doit être adéquate et suffisante pour maintenir une température homogène et remplacer l'air vicié. Il est important d'éviter tout flux pulsé d'une zone contaminée (abattoir) vers une zone non contaminée (chambre froide) **(Anonyme, 2010)**.
- Les portes doivent être constituées de surfaces lisses faciles à nettoyer, et devraient se fermer automatiquement et être jointives si possible **(Anonyme, 2010)**.
- L'approvisionnement en eau potable doit être suffisant avec des installations appropriées pour le stockage et la distribution. Le contrôle de la température devrait être disponible chaque fois que nécessaire pour assurer la sécurité et la salubrité des produits alimentaires **(CAC/RCP, 1996)**.

II.1.2. Bâtiments

Les abattoirs avicoles doivent comporter au moins :

- Un local ou un emplacement couvert, suffisamment vaste et facile à nettoyer et à désinfecter pour la réception des animaux et l'inspection avant l'abattage **(Anonyme, 1996)**.
- Un local d'abattage d'une superficie suffisante pour la signée d'une part, et la plumaison d'autre part. Ces deux types d'opération devant être effectuées dans des emplacements séparés. Notons que ce local ne doit pas donner directement sur l'extérieur **(Arrêté du ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes, Rebat 26 juillet 2007 n°5771, 2007)**.
- Un local d'éviscération et de conditionnement de dimensions telles que les opérations d'éviscération soient effectuées sur un emplacement suffisamment éloigné des autres postes de travail ou séparé de ces derniers par une cloison de façon à empêcher leur souillure **(Anonyme, 1996)**.
- Des locaux frigorifiques, d'une capacité adaptée à la production, pour réaliser le ressuage et le stockage. En outre, des locaux particuliers fermant à clef doivent servir à l'entreposage des viandes consignées d'une part, et des viandes insalubres déclarées impropres à la consommation humaine d'autre part. Le cas échéant, ces dernières sont déposées dans une armoire réfrigérée facilement lavable **(Arrêté**

du ministre de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes n°448-06 du 7 Safar 1427 (8 mars 2006), Article 2, chapitre premier, 2006).

- Un local d'expédition et en cas de besoin, un local d'emballage et un local ou un aménagement pour la récupération des plumes et autres sous-produits (**Anonyme, 1996**).
- Un local suffisamment aménagé fermant à clef mis à la disposition exclusive du service vétérinaire (**Anonyme, 1996**).
- Un dispositif adéquat pour la destruction des volailles saisies, des viandes, des abats et viscères déclarés impropres à la consommation humaine (**Arrêté du ministre de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes n°448-06 du 7 Safar 1427 (8 mars 2006), Article 2, chapitre premier, 2006**).

II .2. Équipement et matériel

L'équipement ainsi que le matériel utilisé doivent répondre aux points suivants :

- Les outils de travail (table de découpe, récipient, bandes transporteuses, couteaux) sont constitués de matériaux résistant à la corrosion et facilement lavables (**MINEPIA/DSV, 2015**).
- L'équipement moderne de l'industrie de la viande est conçu pour répondre au besoin de nettoyage et de stérilisation. Une grande partie de l'équipement est en acier inoxydable ou autre alliage de métaux non corrosif. L'eau utilisée pour l'équipement issu des stations de lavage et de stérilisateurs devrait déboucher directement dans des rigoles (**FAO / OMS, 2004**).

II.3. Personnel

- La personne chargée de l'abattage doit être musulmane, adulte et saine d'esprit (**Journal officiel de la république algérienne du 19 mars 2014 n°15, 2014**).
- Toutes les personnes préposées aux opérations de déchargement, d'acheminement et de stabulation, aux procédures d'immobilisation, d'étourdissement, d'abattage et de la saignée jouent un rôle important en matière de protection animale. C'est pourquoi les abattoirs doivent disposer d'un nombre suffisant d'opérateurs compétents, patients et prévenants ayant une bonne connaissance des présentes recommandations et de leurs applications au niveau national (**OIE, 2019**).

- Les personnes employées dans les abattoirs de volaille susceptibles d'être en contact, au cours de leur travail, avec des volailles abattues ou leurs abats doivent être astreintes à la plus grande propreté (**Anonyme, 1996**).
- Les opérations d'abattage ainsi que la manipulation des viandes et des abats sont interdites aux personnes susceptibles de contaminer ces denrées (**Anonyme, 1996**).
- L'exploitant de l'abattoir est tenu de faire assurer une surveillance médicale périodique de son personnel en vue d'éviter tout risque de contamination des volailles abattues et des abats comestibles (**Anonyme, 1996**).

III. TECHNIQUE D'ABATTAGE

III.1. Définition de l'abattage

L'abattage représente l'ensemble des opérations de mise à mort par saignée et de préparation des animaux de boucherie et des volailles en vue de leur consommation sous forme de viande (**MINEPIA/DSV, 2015**).

III.2. Etapes d'abattage

Lors de l'abattage des volailles dans des grandes opérations (figure 1), les oiseaux sont suspendus par une patte à de solides crochets en fer attachés à un convoyeur les transportant d'un poste de travail à l'autre (**FAO, 2014**). La personne chargée de l'abattage doit s'assurer que chaque volaille est correctement abattue et que les volailles n'ayant pas été saignées au couteau mécanique doivent être abattues manuellement (**Journal officiel de la république algérienne du 19 mars 2014 n°15, 2014**).

Les différentes étapes d'abattage sont résumées dans la figure 1.

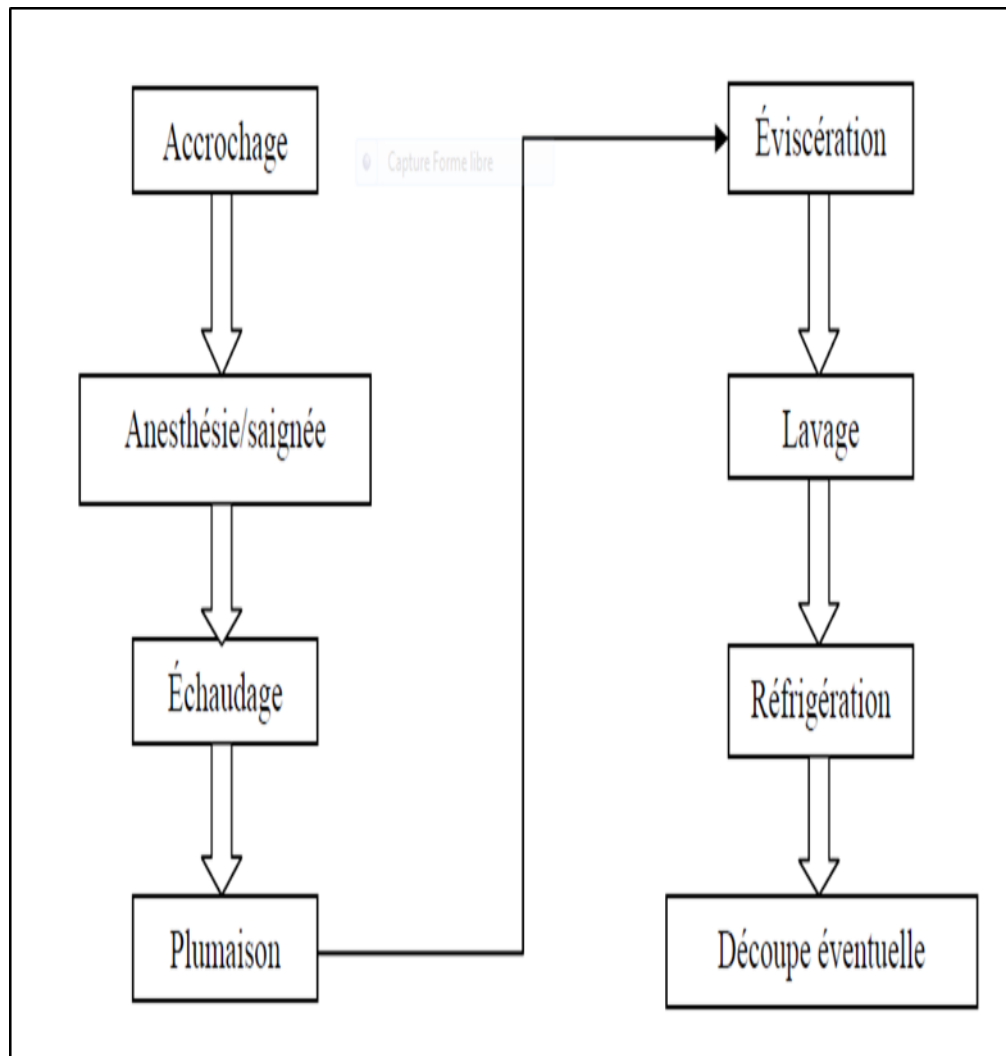


Figure 1 : Diagramme simplifié des opérations d'abattage de volaille (ANSES, 2003).

III.2.1. Etourdissement

Pour faciliter l'abattage selon la religion musulmane, l'étourdissement peut être utilisé à condition qu'il ne cause pas la mort de l'animal (**Journal officiel de la république algérienne du 19 mars 2014 n°15, 2014**).

III.2.2. Saignée

La saignée est obligatoire et constitue un facteur important de conservation des viandes (**Frayasse et Darré, 1990**). Chez la volaille, les deux artères Carotides et les deux veines jugulaires doivent être sanctionnées. La saignée doit être complète et pratiquée de telle sorte que le sang ne puisse pas être une cause de souillure en dehors du lieu d'abattage (**Anonyme, 1996**).

L'étape de la saignée est présentée dans la figure 2.

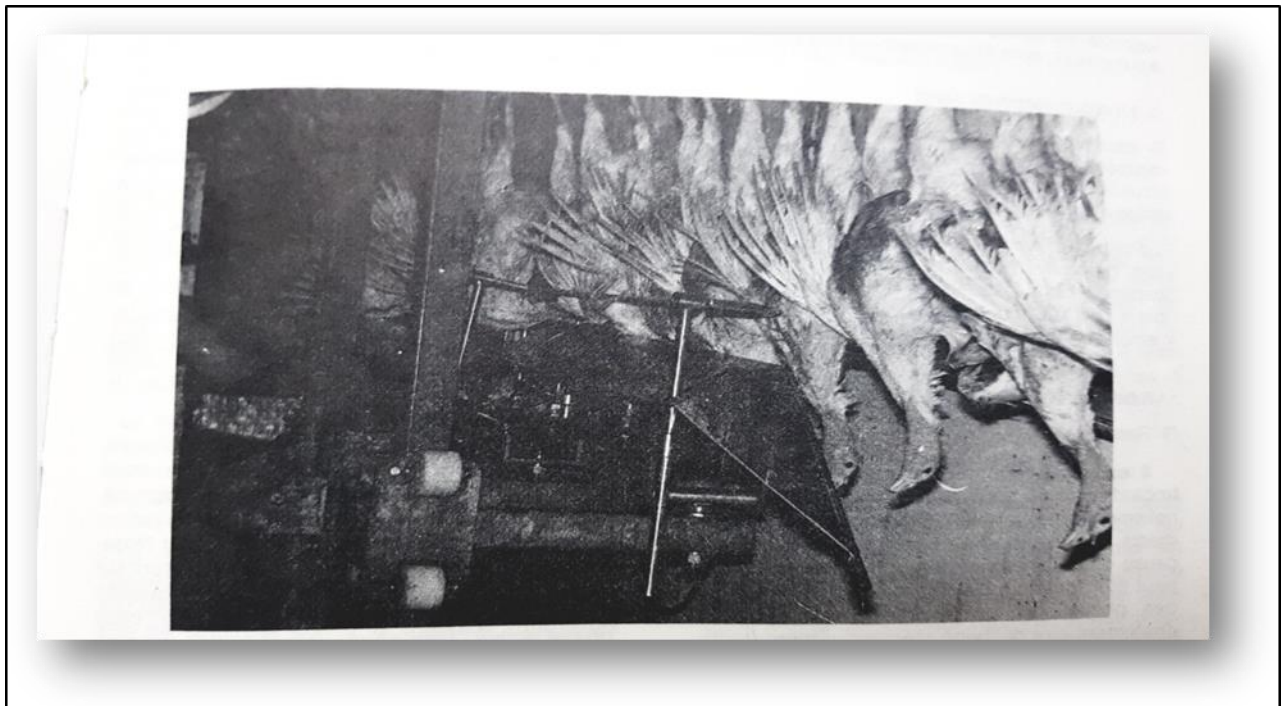


Figure 2 : Saignée des volailles (Frayasse et Darré, 1990).

III.2.3. Échaudage

L'opération d'échaudage se pratique par immersion de l'animal dans un bain d'eau à 60°C pendant 5 à 6 minutes en moyenne ou par le passage de l'animal dans un tunnel où il reçoit une pulvérisation d'eau chaude ou de vapeur. Ces derniers procédés évitent la contamination du poumon **(Frayasse et Darré, 1990)**. Il est préférable d'utiliser plusieurs bacs successifs principalement à contre-courant limitant ainsi par effet de dilution les souillures, les contaminations croisées notamment par les salmonelles ou les campylobacters **(Anonyme, 2010)**.

III.2.4. Plumaison

La plumaison consiste à éliminer les plumes tout en préservant l'intégrité de la peau. Dans un premier temps, la volaille est échaudée soit par baignage soit par aspersion (technique limitant la pollution des carcasses). Ensuite, elle est plumée par une série de rouleaux munis de doigts caoutchoutés. Dans certains cas, il reste des sicots (morceaux de plume difficile à extraire) obligeant un finissage à la main **(Frayasse et Darré, 1990)**.

III.2.5. Eviscération

L'éviscération consiste à dégager les viscères des carcasses de poulets. Elle s'effectue par retournement du cloaque (incision circulaires autour du cloaque) et ouverture de la cavité abdominale. Cette opération rend possible la rupture de l'intestin et peut engendrer une contamination microbienne de la carcasse par les matières fécales au moment de la manipulation par les mains souillées des employés (**Baccar *et al.*, 2006**).

La qualité de l'éviscération est fondamentale pour la maîtrise des contaminations par des germes d'origine digestive et doit faire l'objet d'une étroite surveillance par l'exploitant (**Anonyme, 2010**). L'éviscération doit être effectuée sans délai en cas d'éviscération totale ou partielle. La volaille abattue doit être ouverte de façon que la cavité et tous les viscères pertinents puissent être inspectés. Après l'inspection, les viscères sortis doivent être immédiatement séparés de la carcasse, et les parties impropres à la consommation humaine doivent être immédiatement enlevées (**Anonyme, 1996**).

La figure 3 schématise l'étape de l'éviscération.

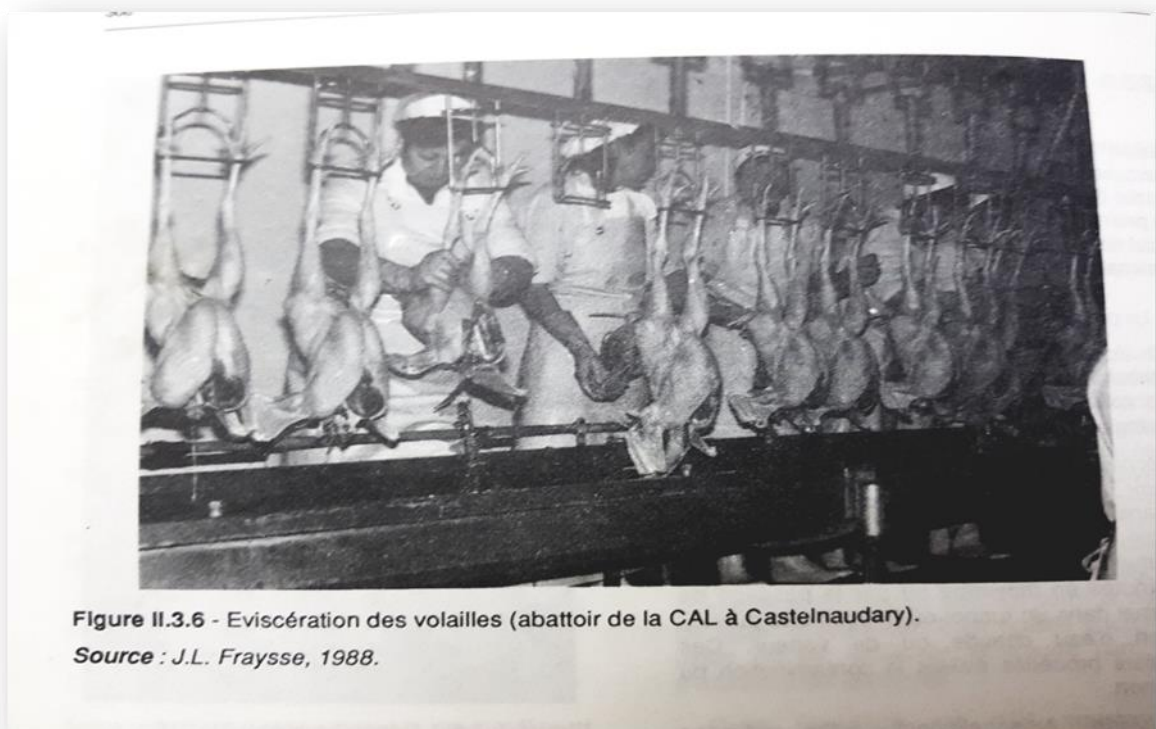


Figure 3 : Eviscération des volailles (Fraysse et Darré, 1990).

III.2.7. Ressuage

Le ressuage est une étape qui consiste à abaisser rapidement la température à cœur de la volaille afin de procéder à leur réfrigération ou à leur congélation (**Baccar *et al.*, 2006**). Il permet en outre d'inhiber la prolifération des micro-organismes et d'éviter la souillure des carcasses par l'humidité qui est présente à leur surface (**Balde ,2008**). Toutefois, la température de la chambre frigorifique ne doit pas bloquer les réactions biochimiques de transformation du muscle en viande (**Loubamba, 2012**).

Le ressuage s'effectue dans des halls adaptés tenant compte de l'arrivée des carcasses en continu, dans lesquels une ventilation froide (3 m/s) améliore les échanges thermiques et favorise l'élimination de la vapeur d'eau (**Frayasse et Darré, 1990**). Le lavage interne /externe final permet d'éliminer les souillures résiduelles. Une attention particulière doit être portée sur l'orientation et l'état des buses (propreté/ non bouchées obstruées). Le lavage peut secondairement être une source d'apport de bactéries d'origine intestinale lorsque les buses de lavage sont souillées par un biofilm (**Anonyme, 2010**).

III.2.7. Refroidissement

Les volailles (carcasses et abats) sont immédiatement refroidies de sorte à abaisser le plus rapidement possible la température à cœur en dessous de +4°C pour les viandes réfrigérées et de -18°C pour les viandes congelées (**MINEPIA/DSV, 2015**).

CHAPITRE II :

CAMPYLOBACTER ET

CAMPYLOBACTERIOSE

I. CARACTERES GENERAUX DES CAMPYLOBACTER

I.1. Historique

Les Campylobactéries sont isolées pour la première fois **En 1913** à Londres au début du XX siècle par deux vétérinaires, John McFadyean et Stockman. Elles sont surtout associées à des cas d'avortement chez la brebis nommés avortements vibroniques.

En 1919, les Américains Smith et Taylor isolent à partir d'avortons bovins un micro-organisme qui ressemble en tout point à celui isolé auparavant par McFadyean et Stockman. Le nom *Vibrio* est alors proposé à cause de la forme recourbée du bacille.

En 1940, ces *Vibrio* sont associés à d'autres maladies animales comme la dysenterie chez les bovins et les porcs ainsi dans les pathologies humaines comme les épisodes aigus de diarrhées et d'avortements.

En 1963, les français Sebald et Véron démontrent que ces nouveaux micro-organismes diffèrent des *Vibrio* classiques comme *V. cholera* grâce à l'analyse de leurs pourcentages en acides nucléiques guanine et cytosine. Ainsi, le nom *Campylobacter* est alors proposé.

En 1972, les *C. jejuni* / *C. coli* sont isolés par Butzler *et al.* en Belgique à partir de 5% de selles d'enfants infectés par la diarrhée (**Guévremont, 2004**).

En 1977, suite aux travaux de Skirrow au Royaume-Uni, les espèces *C.jejuni* et *C.coli* seront reconnues comme une cause fréquente de problèmes gastro-intestinaux d'origine bactérienne chez l'homme (**Skirrow, 1977**).

I.2.Taxonomie

Les bases de la taxonomie chez *Campylobacter* ont été établies en 1991 par Vandamme *et al.* suite à des études subséquentes utilisant des techniques de génétique moléculaire qui ont permis d'identifier des différences au sein des espèces appartenant au genre *Campylobacter*. Ce dernier appartient à la ligne de la superfamille ARN VI (*Epsilonproteobacteria*). Parmi les *Epsilonproteobacteria*, nous trouvons l'ordre des *Campylobacterales* composé des deux familles *Campylobacteraceae* (*Campylobacter* et *Acrobacter*) et *Helicobacteraceae* (*Helicobacter*) (**Drouet, 2020**).

Le genre *Campylobacter* comprend 17 espèces et 6 sous espèces (**Logan *et al.*, 2000**) :

- Micro-organismes fréquemment isolés à partir des diarrhées chez l'homme et les animaux domestiques comme le chat et le chien :

-*Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* -*Campylobacter jejuni* subsp. *doylei*

-*Campylobacter coli* -*Campylobacter upsaliensis*

-*Campylobacter lari* -*Campylobacter helveticus*

- Espèces principalement retrouvées au niveau de la cavité orale chez l'humain se caractérisant par la nécessité de l'hydrogène pour croître :

-*Campylobacter hyolei* (isolé à partir de lésions d'entérite proliférative porcine)

-*Campylobacter concisus* -*Campylobacter showae*

-*Campylobacter curvus* -*Campylobacter rectus*

-*Campylobacter gracilis* - *Campylobacter sputorum*

-*Campylobacter hominis*

- *Campylobacter mucosalis* est principalement retrouvée chez le porc.
- *Campylobacter fetus* subsp. *fetus* ; subsp. *veneralis* se retrouvent principalement chez le bovin et sont responsables de désordres reproductifs.
- *Campylobacter hyointestinalis* subsp. *lawsonii* est isolé au niveau de l'estomac et *C. hyointestinalis* subsp. *hyointestinalis* est isolé au niveau de l'intestin chez le porc.
- *C. lanienae* représente la dernière espèce de *Campylobacter* qui a été rapportée récemment chez une population d'employés d'abattoir. Elle exprime une forte homologie au niveau de l'ARN16S avec *C. hyointestinalis* subsp. *lawsonii* (Logan *et al.*, 2000).

II. ETUDE MICROBIOLOGIQUE

II.1. Morphologie

II.1.1. Etude microscopique

Les Campylobacters sont de fins bacilles incurvés en virgule, en « S » ou en spirale (Federighi, 2005), de 0,2 à 0,5 µm de diamètre sur 0,5 à 5,0 µm de longueur (certaines peuvent atteindre une longueur de 8,0 µm) (Dromingy, 2007).

Les bactéries du genre *Campylobacter* sont caractérisées à l'examen microscopique par une coloration de gram négative et par l'absence de spores. Elles présentent aussi d'autres

caractéristiques morphologiques. En effet, ces bactéries se déplacent grâce à un mouvement en tire-bouchon. Cette mobilité s'effectue grâce à un flagelle polaire non enveloppé situé à une seule (monotriche) ou aux deux extrémités de la bactérie (**Leblanc, 2008**). La plupart des espèces sont mobiles. Toutefois, l'espèce *C. garcilis* qui est immobile et *C. showea* qui présente plusieurs flagelles (**Anonyme, 2017**).

II.1.2. Etude macroscopique

Selon le milieu de croissance employé, l'apparence des colonies sur géloses peut varier (**Agbankpe, 2011**) :

- Sur de la gélose au sang, les colonies sont rondes, lisses et brillantes à bords réguliers ;
- Sur les milieux contenant du charbon, les colonies sont grisâtres, plates avec une tendance à l'étalement. Elles peuvent toutefois présenter un reflet métallique.

II.2. Caractère cultureux

Les espèces du genre *Campylobacter* sont des germes mésophiles qui se développent à 37°C. Toutefois, les espèces d'intérêt en hygiène des aliments sont aussi thermotolérantes. Elles peuvent en effet croître à une température de 42°C.

L'obtention d'une culture bactérienne est en fonction de la nature des prélèvements ou des conditions de repiquage (24 à 48 heures d'incubation entre 37°C et 42°C).

La croissance nécessite la présence d'une atmosphère appauvrie en oxygène (microaérophile) est enrichie en CO₂ (capnophile).

Les Campylobacters peuvent être cultivés en milieu liquide. En culture non agitée, le trouble occasionné par leur croissance est situé généralement juste au-dessus de la surface du bouillon dans la zone de microaérophile. En revanche, sur milieu solide, les colonies peuvent présenter des aspects différents. Elles sont généralement rondes, élevées, convexes, de faible diamètre, lisses et brillantes avec des bords réguliers. Elles peuvent toutefois être étalées, plates, grises et en taches de bougie (**Federighi, 2005**).

III. EPIDEMIOLOGIE

III.1. Habitat

Les espèces du genre *Campylobacter* se retrouvent chez la plupart des animaux à sang chaud (OMS, 2018) comme les oiseaux sauvages ou domestiques, notamment les volailles. Parmi les mammifères d'élevage, les principales espèces porteuses de *Campylobacter* sont par ordre décroissant, les porcs, les bovins et les petits ruminants (Federighi *et al.*, 1998).

Par ailleurs, même les animaux de compagnie peuvent constituer des réservoirs de *Campylobacter*. Il convient de noter que ces bactéries ont également été retrouvées chez les crustacés (OMS, 2018)

Cette bactérie a un tropisme particulier pour le tube digestif des animaux (ANSES, 2006). Ainsi, les déjections peuvent contaminer les sols, les rivières, les étangs et les lacs, ce qui peut également constituer un réservoir non négligeable de cette bactérie.

III.2. Campylobactériose

L'ingestion de cette bactérie intestinale peut provoquer une campylobactériose ou une entérite à *Campylobacter*. *C. jejuni* est à l'origine de la plupart des infections intestinales à *Campylobacter* (Mégraud, 2019).

III.2.1. Campylobactériose chez les animaux

Les animaux sont communément considérés comme des porteurs asymptomatiques (OSAV, 2017). Généralement, la plupart des *Campylobacter* sont assez peu pathogènes pour les animaux qui les hébergent dans leur tractus digestif (ANSES, 2006). *C. jejuni* est essentiellement retrouvé chez la plupart des espèces aviaires tandis que *C. coli* colonise plus spécifiquement le tube digestif du porc. Des espèces plus rares telles que *C. lari* ou *C. upsaliensis* sont retrouvées respectivement chez la mouette et le chien (Mégraud et Lehours, 2019).

III.2.2. Campylobactériose chez l'homme

Chez l'homme, les infections à *Campylobacter* sont généralement bénignes mais peuvent être cependant mortelles pour les personnes dont le système immunitaire est fragile à la suite d'un traitement ou d'une maladie. Les personnes âgées, les femmes enceintes et les nouveau-nés peuvent y être également sensibles (**Mégraud, 2019**)

III.3. Mode de transmission

La campylobactériose est une zoonose ; c'est à dire transmise aux hommes par des animaux ou des produits animaux (**ANSES, 2016**).

Deux grands modes de transmission de *Campylobacter* existent. Il s'agit de la transmission directe et indirecte. La transmission indirecte à l'homme s'effectue par l'ingestion d'aliments contaminés par les espèces thermotolérantes (*C.jejuni*, *C.coli*, *C.lari*, *C.upsalensis*) (**Federighi, 2005**). Les denrées alimentaires concernées sont souvent représentées par la viande de volaille crue ou mal cuite ; généralement à l'origine des formes anadémique et sporadique (**Federighi et al., 1998**) . La consommation de lait cru, quant à elle, peut être à l'origine des petites épidémies (**MSSS, 2018**). Concernant la transmission directe, elle est plus rare et s'effectue de personne à personne ou entre l'animal infecté ou bien les carcasses contaminées et l'homme (**ANSES, 2011**).

Par ailleurs, des travaux ont montré que le transfert de *Campylobacter* des peaux de poulets vers les surfaces de travail en cuisine est possible à un taux non négligeable (de 0,5% à 36%) (**Corpet, 2014**). De plus, il a été démontré que *Campylobacter* était capable de survivre plusieurs heures sur les surfaces et ustensiles en inox et que les éponges servant au nettoyage des surfaces pouvaient également être des sources de contamination (**Messaoudi et al., 2011**). Enfin, au niveau de l'abattoir, lors de la plumaison et l'éviscération, la disséminations de ce germe est fréquente et est essentiellement liée à des contaminations croisées entre les carcasses (**Corpet, 2014**).

IV. ETHIOPATHOGENIE DES CAMPYLOBACTERS

IV.1. Pouvoir pathogène

Tel que décrit par **Altmayer (1994)**, la plupart des *Campylobacter* reconnus pathogènes pour l'homme sont plutôt des germes opportunistes. Toutefois, *C.jejuni* peut toucher des personnes en bonne santé et provoquer des troubles digestifs (**Dromingy, 2007**).

Même si le mécanisme pathogène de *C.jejuni* n'est pas clairement établi, il est admis que ce germe agit selon le schéma suivant (**Fedrighi et al., 1998**) :

- Absorption d'une dose infectieuse ;
- Colonisation du tube digestif ;
- Adhésion aux cellules intestinales ;
- Effet cytotoxique ou cytotonique sur les cellules intestinales.

IV.2. Dose infectieuse

Il faut très peu de campylobactéries pour induire la maladie. En effet, une seule goutte de jus de poulet cru peut contenir suffisamment de bactéries pour infecter un individu (**CDC, 2019**). Une quantité de bactéries égale ou supérieure à la dose minimale infectieuse (**Dromingy, 2007**) peut déclencher la maladie expérimentalement ou naturellement. Cette variabilité est attribuée à deux facteurs principaux, à savoir la souche utilisée et le vecteur (**Federighi et al., 1998**)

IV.3. Symptômes et signes cliniques

Les symptômes durent habituellement 3 à 6 jours mais ils peuvent toutefois durer plus longtemps (**MSSLD, 2020**). La plupart des personnes atteintes d'une infection à *Campylobacter* se rétablissent complètement en une semaine même si certaines continuent d'éliminer les campylobacters dans leurs selles pendant des semaines après leur rétablissement (**CDC, 2019**). L'infection guérit souvent spontanément mais peut être traitée par des antibiotiques dans des cas plus graves chez des personnes fragiles (**MSSS, 2018**).

Bien que les conséquences à long terme soient rares, certaines personnes peuvent présenter les affections suivantes (**Anonyme, 2012**) :

-Une septicémie (infection du système sanguin) ;

- Une inflammation soudaine de la vésicule biliaire se traduisant par une vive douleur abdominale ;
- Un syndrome de Guillain-Barré (maladie auto-immune du système nerveux) ;
- Une méningite (inflammation du cerveau et de la moelle épinière) ;
- Un syndrome de Reiter (maladie qui survient à la suite de l'infection d'une autre région du corps pouvant provoquer une arthrite chronique).

PARTIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS

&

CHAPITRE I : MATERIEL

ET METHODES

OBJECTIFS

Les objectifs de cette étude sont de :

- ✓ Déterminer la prévalence des *Campylobacter* spp. et thermophiles des carcasses de poulets de chair prélevés après l'étape de l'éviscération dans un abattoir situé dans la commune d'EL-HAMIZ ;
- ✓ Etudier la prévalence des contaminants (bactéries autres que les *Campylobacter* spp.) chez ces mêmes carcasses ;
- ✓ Réaliser une caractérisation phénotypique des isolats à l'aide de galeries classiques et de galeries API.

Chapitre I : Matériel et méthodes**I. MATERIEL ET METHODES****I.1. Matériel****I.1.1. Présentation de l'abattoir**

L'abattoir Akfa volaille se situe à El Hamiz, commune de Dar El Beïda, wilaya d'Alger. C'est un établissement d'abattage moderne qui fonctionne 6 jours/7, de 6h00 du matin à 14h00, avec une capacité d'abattage de 900 sujets/heure.

Cet abattoir comprend :

- Une salle de réception, d'accrochage et de saignée ;
- Une salle d'échaudage et de plumaison ;
- Une salle d'éviscération et de finition;
- Deux chambres froides (une salle de ressuage et une salle de stockage) ;
- Une salle de pesée et d'emballage.

I.1.2. Echantillonnage

Lors de cette étude, 45 prélèvements de peaux de cou issus de 3 lots de poulets de chair sont récoltés aléatoirement juste après l'étape de l'éviscération durant les deux premières semaines du mois de novembre. Les trois lots sont prélevés lors de deux visites (A et B). Lors de la visite A,

15 prélèvements sont récoltés à partir d'un seul effectif, ce qui représente le premier lot. Toutefois, au cours de la visite B, 15 prélèvements sont collectés lors du début de l'abattage (deuxième lot) et 15 autres sont prélevés lors de la fin de l'abattage de l'effectif en question (3^{ème} lot). Il est à noter qu'un lot correspond à un groupe de volaille provenant d'un même élevage et abattu en même temps.

Les tableaux 1 et 2 regroupent les informations relatives à l'échantillonnage.

Tableau 1: Caractéristiques des lots abattus.

Visite	Origine des sujets	Nombre de sujets abattus	Age à l'abattage (jour)	Nombre d'effectifs reçus / jour
01	Sétif	1100	50	2
02	Boumerdes	800	60	1

Tableau 2 : Réalisation de l'échantillonnage (DGAL, 2009).

Lot	Nombre de prélèvements	Modalités de prélèvement	Nombre D'échantillons
01	15 prélèvements	~10g de peau de cou/ poulet	5 échantillons de 3 peaux de cou chacun
02	15 prélèvements	~10g de peau de cou/ poulet	5 échantillons de 3 peaux de cou chacun
03	15 prélèvements	~10g de peau de cou/ poulet	5 échantillons de 3 peaux de cou chacun

g : gramme ; ~ :environ

I.1.3. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire utilisé afin de réaliser cette étude est noté dans les points ci-dessous.

I.1.3.1. Matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement utilisé comprend :

- Gants en latex
- Ecouillons stériles
- Pipettes pasteur stériles
- Embouts
- Lames et lamelles
- Boîtes de Pétri stériles
- Sacs de type Stomacher stériles
- Pots en plastique stériles
- Tubes stériles
- Eppendorfs

I.1.3.2. Equipement

L'équipement est représenté par les points suivants :

- Balance de précision
- Vortex
- Etuves réglables
- Autoclave
- Plaque chauffante
- Homogénéisateur de type Stomacher
- Bec bunsen
- Microscope optique
- Flacons et fioles
- Ciseaux et pinces
- Micropipette, poires et portoirs

I.1.4. Milieux et réactif utilisés

I.1.4.1. Milieux de culture

Les milieux de culture sont :

- Bouillon Bolton (figure 4) ;
- Bouillon BHIB (Brain Heart Infusion Broth)
- Gélose Columbia (figure 5) ;
- Gélose Mueller Hinton (figure 5) ;
- Gélose mCCDA (Modified charcoal-cefoperazone-deoxycholate ou gélose modifiée à la céfopérazone, au charbon et au désoxycholate) (figure 6) ;
- Gélose TSI (Triple Sugar Iron).

I.1.4.2. Réactifs et solutions

Les réactifs et solutions sont :

- Suppléments Bolton et mCCDA
- Réactif pour la recherche de l'oxydase
- Solution de ninhydrine
- Disques antibiotiques : acide nalidixique et céfalotine
- Kit pour coloration de Gram
- Réactif de la nitrate réductase
- Sang frais de cheval
- Eau physiologique à 0,9%
- Peroxyde d'hydrogène à 3%
- Eau distillée
- Ethanol
- Alcool chirurgical
- Huile à immersion
- Huile de vaseline



Figure 4 : Bouillon Bolton au sang du cheval avec supplément (photos personnelles).



Figure 5 : Gélose Mueller Hinton et Columbia au sang de cheval (photo personnelle).



Figure 6 : Gélose mCCDA (photos personnelles).

I.2. Méthodes

L'ensemble des échantillons sont placés à l'intérieur d'une glacière, puis transportés au laboratoire d'Hygiène Alimentaire de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El- Alia (ENSV) dans un délai ne dépassant pas une heure.

I.2.1. Méthodes d'analyses bactériologiques

Afin de rechercher les *Campylobacter* thermotolérants, nous avons appliqué la norme de l'OIE (OIE, 2005) ainsi que la norme ISO 10272-1 (2006) (ISO, 2006) relatives à la recherche et à l'identification des *Campylobacter* thermotolérants. Cette méthode bactériologique comporte quatre étapes, à savoir la préparation de l'échantillon, l'enrichissement, l'isolement et l'identification biochimique.

I.2.1.1. Préparation des échantillons

I.2.1.1.1. Pesée

A l'aide d'une balance de précision, 10g de chaque échantillon de peau de cou sont pesés, puis introduits stérilement dans un sachet stérile de type Stomacher.

I.2.1.1.2. Homogénéisation

Un volume de 90ml de bouillon Bolton au sang frais de cheval est rajouté dans le sac Stomacher comportant l'échantillon de peau de cou. Ce dernier, est par la suite homogénéisé dans un

homogénéisateur de type Stomacher. Puis, le contenu du sac Stomacher est déversé dans un pot de prélèvement stérile hermétiquement fermé (figure 7).

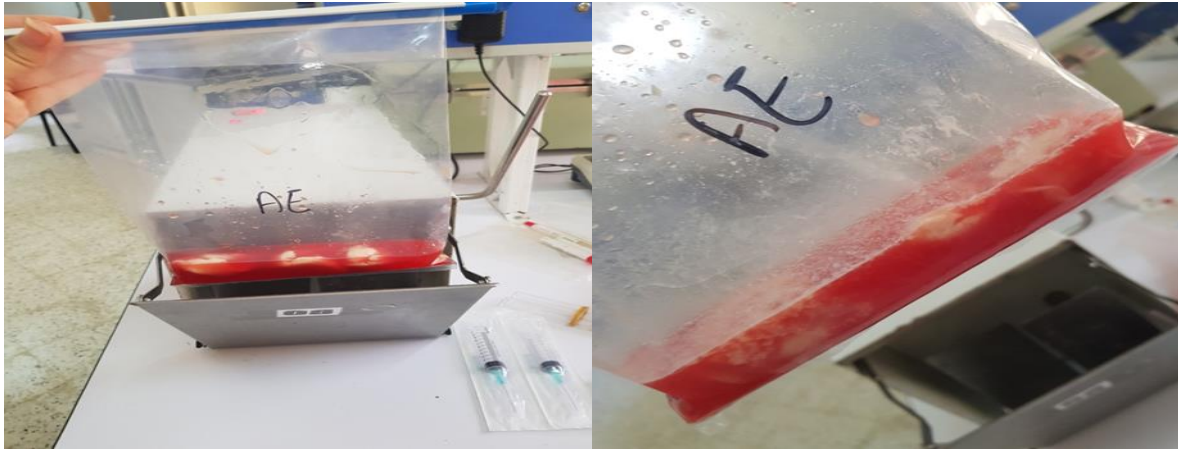


Figure 7 : Homogénéisation des échantillons (photos personnelles).

I.2.1.2.Enrichissement

Tous nos échantillons sont soumis à une phase d'enrichissement avant l'isolement. Cette phase consiste à incuber tous les pots stériles, hermétiquement fermés, contenant l'échantillon de peau de cou ainsi que le bouillon Bolton à 42°C pendant 24 heures en aérobiose (figure 8).



Figure 8: Enrichissement des échantillons (photo personnelle).

I.2.1.3. Isolement

Chaque suspension bactérienne estensemencée, par épuisement, sur la surface d'une gélose mCCDA (Modified charcoal-cefoperazone-deoxycholate ou bien gélose modifiée à la céfopérazone, au charbon et au désoxycholate) (figure 9). Les géloses sont, ensuite, incubées à 42°C pendant 48 heures en microaérophilie (figure 10).



Figure 9: Isolement sur gélose mCCDA (photos personnelles).



Figure 10 : Incubation des boîtes de Petri à 42°C (photo personnelle).

Les colonies caractéristiques de *Campylobacter* sur gélose mCCDA sont plates, humides et grisâtres avec une tendance à l'étalement. Elles peuvent, toutefois, présenter un reflet métallique (figure 11). Après isolement des *Campylobacter*, une colonie caractéristique par gélose est prélevée puis purifiée sur gélose Columbia au sang frais. Puis, les milieux de culture sont incubés à 42°C pendant 24 heures en microaérophilie.



Figure 11 : Aspect des colonies sur gélose mCCDA (photo personnelle).

I.2.1.4. Identification biochimique

I.2.1.4.1. Identification des *Campylobacter* thermotolérants

a. Tests biochimiques classiques

Afin d'identifier les *Campylobacter* thermotolérants, il est nécessaire de réaliser :

- Une identification microscopique ;
- Une recherche de l'oxydase ;
- Une recherche de la fermentation des sucres sur milieu TSI (Triple Sugar Iron) ;
- Une détection de la croissance à 25 °C.

a.1. Identification microscopique

- **Coloration de Gram**

- Principe : L'examen microscopique permet de mettre en évidence la morphologie typique des *Campylobacter* après coloration de Gram (OIE, 2005). C'est la méthode de coloration la plus utilisée en bactériologie. Elle permet de colorer les bactéries en vue de les distinguer grâce à leur aptitude à fixer le violet de gentiane (bactérie à Gram+) ou bien la fuchsine (bactérie à Gram-) (Anonyme, 2015).
- Technique : La coloration de Gram de la colonie suspecte est réalisée conformément au mode opératoire du kit Gram-Nicolle.

Une fois le frottis préparé et fixé sur une lame porte-objet, une coloration de Gram est réalisée comme suit (figure 12) :

- Coloration primaire au violet de gentiane phéniqué pendant 1 minute (a) ;
- Rinçage à l'eau ;
- Rinçage avec un jet de liquide de lugol pendant 1 minute (b) ;
- Rinçage à l'eau ;
- Décoloration à l'alcool / acétone pendant 30 secondes puis rinçage à l'eau (c) ;
- Coloration secondaire avec la solution de fuchsine pendant 1 minute (d) ;
- Rinçage final à l'eau, séchage puis observation au microscope, à l'objectif x 100 à immersion.

➤ Lecture : La lecture est effectuée comme suit (figure 13) :

Les *Campylobacter* se présentent sous forme de bacilles à Gram négatif incurvés ou spiralés.

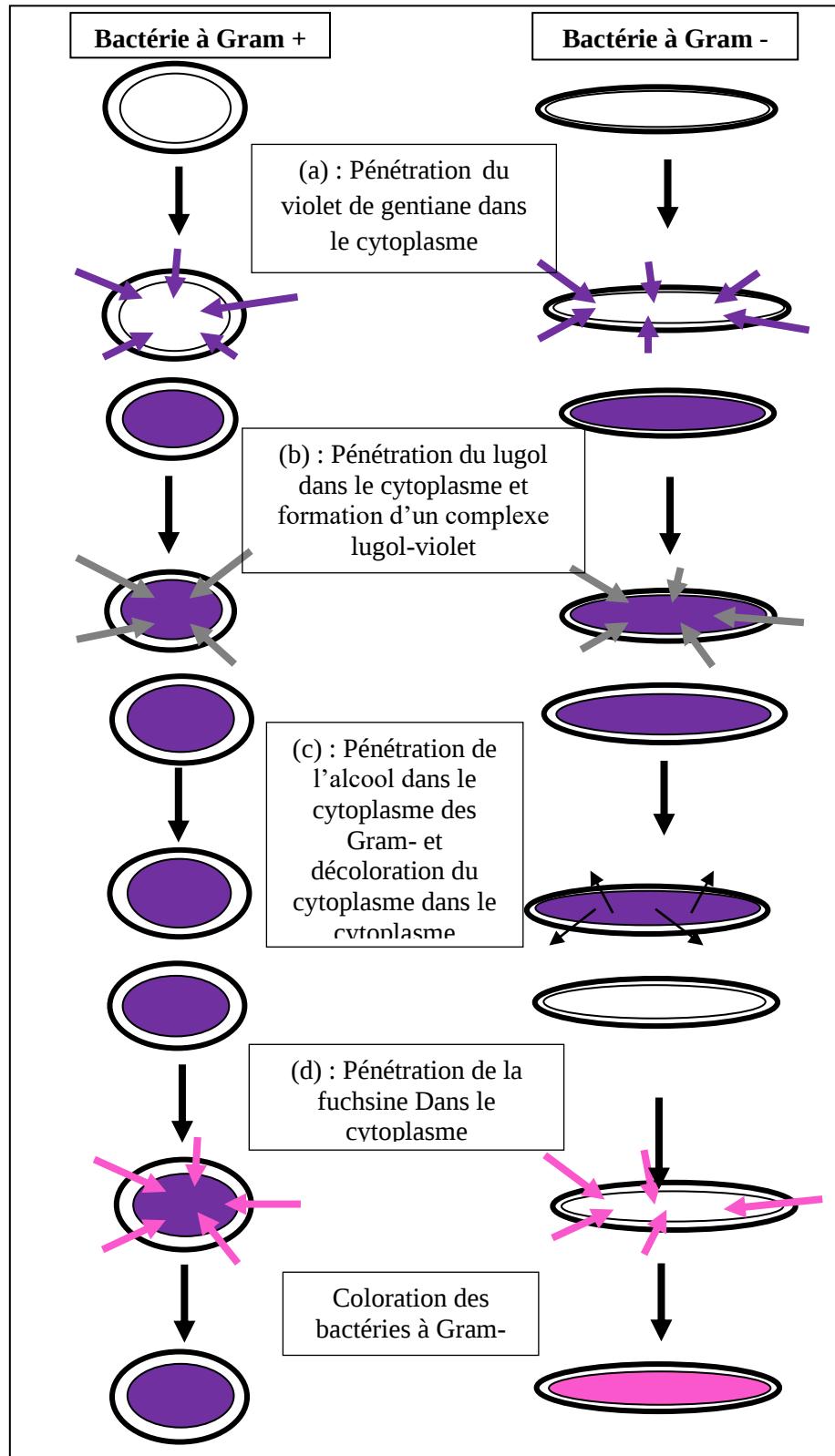


Figure 12 : Principales étapes de la coloration de Gram (Anonyme b, 2016).

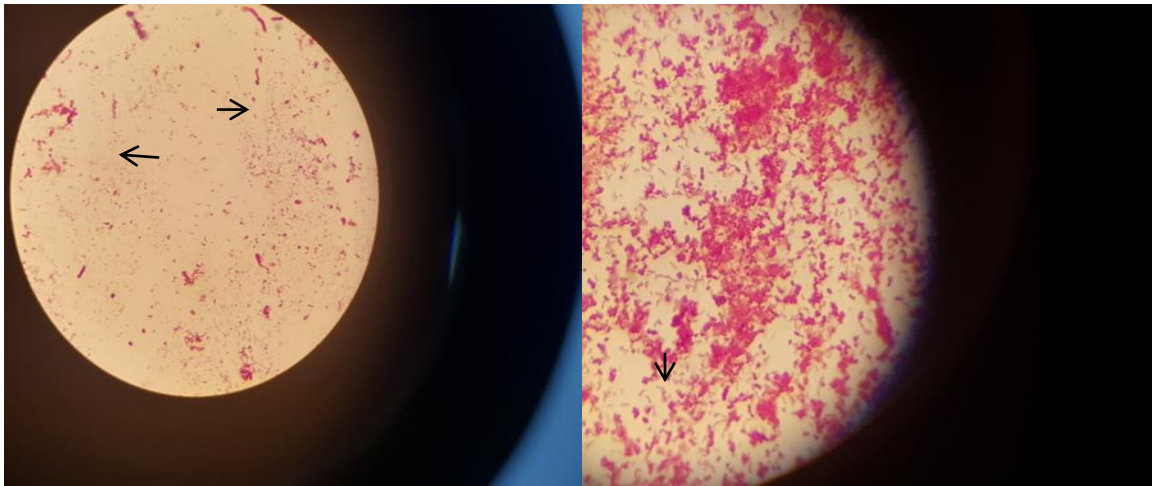


Figure 13: Aspect microscopique de *Campylobacter* sp. (photos personnelles).

- **Etat frais**

- Principe : c'est un examen microscopique de la morphologie et de la mobilité (OIE, 2005).
- Technique : une colonie suspecte est mise en suspension en solution saline et examinée, de préférence à l'aide d'un microscope à contraste de phase (OIE, 2005).
- Lecture :

Les bactéries apparaissent sous forme de petit bacille mince, spiralé ou incurvé, avec une mobilité en vrille. Des cultures plus âgées montrent des formes *coccoïdes* moins mobiles (OIE, 2005).

a.2. Recherche de l'oxydase

- Principe : La présence de l'oxydase est mise en évidence par le biais de la détection de l'indophénol issu de l'oxydation de certains dérivés phényle-diamine par cette enzyme (OMS, 2003).
- Technique : A partir d'une culture pure, prélever une colonie bactérienne suspecte et bien isolée. La placer sur la partie réactionnelle de la bandelette et la frotter avec l'anse d'incubation.
- Lecture :

L'apparition d'une coloration violette après 30 secondes traduit une réaction positive (figure 14).

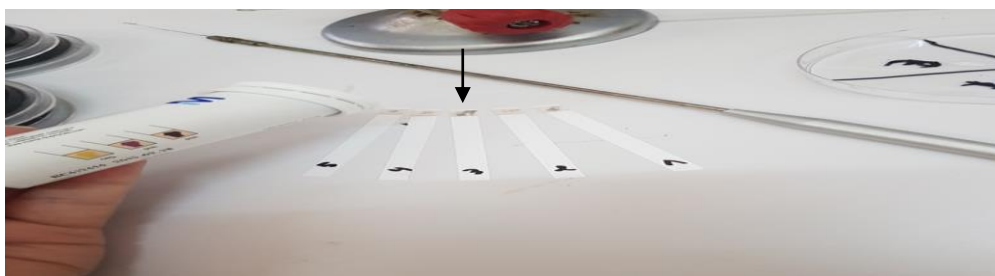


Figure 14: Test positif à la recherche de l'oxydase (photo personnelle).

a.3. Recherche de la fermentation des sucres sur le milieu TSI

- Principe : La recherche de la fermentation des sucres s'effectue sur de la gélose au citrate de fer et aux trois sucres communément appelée gélose TSI (Triple Sugar Iron). Cette dernière nous renseigne sur l'aptitude de production du sulfure d'' (H_2S) et d'utilisation des sucres comme source de carbone avec ou sans production de gaz par la bactérie (OIE, 2005).
- Technique : Une colonie isolée par échantillon est prélevée puis ensemencée en effectuant des stries sur la pente et une piqûre centrale dans le culot de la gélose TSI (Figure 15). Le tube ainsi ensemencé est incubé à 42°C en microaérophilie pendant 24 heures.
- Lecture :

Lors de la présence des *Campylobacter* thermotolérants, les géloses TSI présentent les apparences suivantes (tableau 3) et (figure 16).

Tableau 3 : Résultats de la fermentation des sucres.

Apparence	Interprétation
<u>Pente :</u>	
Couleur inchangée	Lactose / saccharose –
<u>Culot :</u>	
Couleur inchangée	Glucose –
Absence de bulles ou de fissures	Gaz –



Figure 15 : Recherche de la fermentation des sucres (photo personnelle).

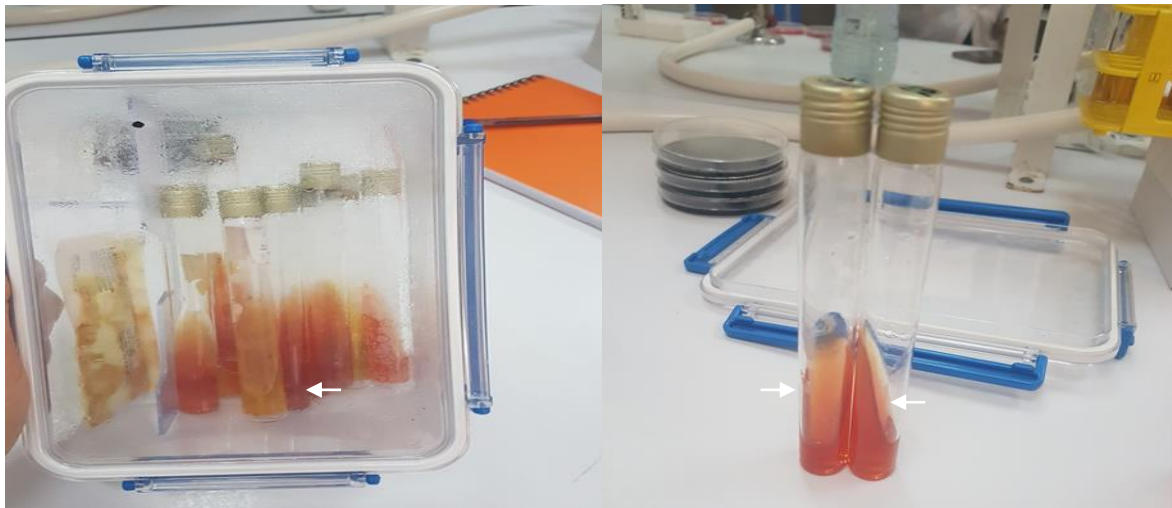


Figure 16: Résultat de la recherche de la fermentation des sucres (photos personnelles).

a.1.4. Détection de la croissance à 25°C

- Principe : Ce test permet de confirmer le caractère thermotolérant des *Campylobacter* (OIE, 2005).
- Technique : Une colonie présumée par culture pure est repiquée sur de la gélose Columbia au sang puis incubée à 25°C pendant 48 heures en microaérophilie (figure 17).
- Lecture :

Après incubation, les boîtes sont examinées dans le but de voir s'il y a prolifération ou pas de l'isolat à tester (OIE, 2005).



Figure 17 : Incubation des colonies repiquées à 25°C (photo personnelle).

Les tests de confirmation de la présence de *Campylobacter* thermotolérants ainsi que leur interprétation sont mentionnés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Principales caractéristiques des *Campylobacter* thermotolérants (OIE, 2005).

Caractéristiques	<i>Campylobacter</i> thermotolérants
Morphologie	Petits bacilles incurvés
Mobilité	Caractéristique (forte mobilité en vrille)
Oxydase	+
Glucose	-
Lactose	-
Saccharose	-
Gaz	-
Culture à 25°C	-

b. Identification de l'espèce

b.1. Galerie biochimique classique

Afin d'effectuer une identification biochimique des espèces de *Campylobacter* à l'aide d'une galerie classique, il est nécessaire de rechercher la production d'H₂S sur milieu TSI, la catalase ainsi que la sensibilité à l'acide nalidixique et à la céfalotine.

b.1.1. Recherche de la production d'H₂S

- Technique : La recherche de la production d'H₂S s'effectue sur le milieu TSI en même temps que la recherche de la fermentation des sucres précédemment décrite.
- Lecture :

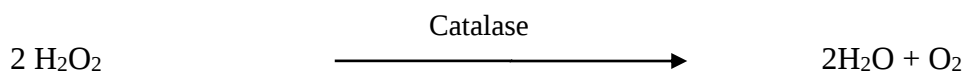
Pour les espèces de *Campylobacter* thermotolérants, la lecture concerne uniquement le culot (figure 16) :

Couleur inchangée* $\longrightarrow$ H₂S -

* : traces de noircissement possibles pour *C. coli*

b.1.2. Recherche de la catalase

- Principe : La catalase est produite par la plupart des *Campylobacter*. C'est une enzyme qui scinde l'H₂O₂ (peroxyde d'hydrogène) en H₂O (eau) et en O₂ (OMS, 2003) :



- Technique : à l'aide d'une pipette Pasteur boutonnée stérile, une colonie isolée est prélevée et émulsionnée dans une goutte de peroxyde d'hydrogène à 3% précédemment déposée sur une lame porte-objet propre et sèche.
- Lecture :

Le résultat apparaît dans les 30 secondes comme suit (ISO 10272, 1995) :

- Le test de la catalase positif se manifeste par un dégagement instantané d'oxygène sous forme d'une effervescence (figure 18).
- Le test de la catalase négatif se manifeste par l'absence de l'apparition de l'effervescence.

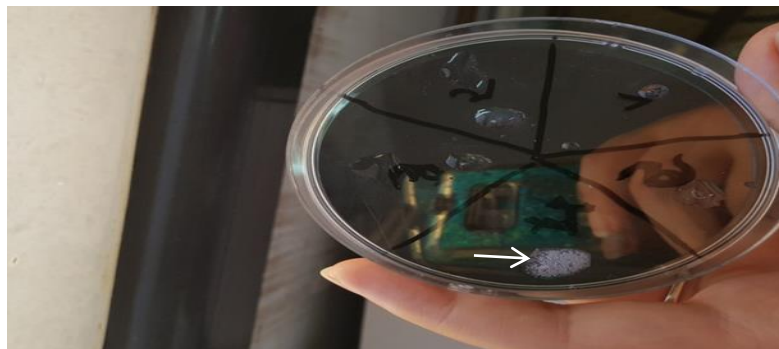


Figure 18: Test de la catalase positif (photo personnelle).

b.1.3. Recherche de la sensibilité à l'acide nalidixique et à la céfalotine

- Principe : La recherche de la sensibilité à l'acide nalidixique et à la céfalotine permet l'identification d'une espèce de *Campylobacter* donnée (Véron et Fauchère, 1989).
- Technique : à partir d'une subculture, une suspension d'une densité égale à 0,5 sur l'échelle de McFarland est préparée dans 4ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. Après dilution de la suspension au 1/10^{ème}, la surface d'une gélose Muller Hinton à 5% de sang de cheval estensemencée à l'aide d'un écouvillon stérile. Puis les boîtes sont séchées sur la pailleasse durant 5 minutes avant de placer à la surface de la gélose les disques d'acide nalidixique et de céfalotine (Jouve *et al.*, 1998).
- Lecture :

La lecture s'effectue après 24 heures d'incubation à 37°C en atmosphère microaérophile (Jouve *et al.*, 1998) :

- Présence de colonies autour du disque = souche résistante.
- Absence de colonies sur une zone, quelle que soit sa taille, autour du disque = souche sensible.

Une fois tous ces essais effectués, les résultats sont interprétés comme il est indiqué dans le Tableau 5.

Tableau 5: Caractérisation phénotypique des espèces de *Campylobacter* thermotolérants (Lehours, 2005).

Espèce	Nal	Céf
<i>C. jejuni</i>	S	R
<i>C. coli</i>	S	R
<i>C. upsaliensis</i>	S	S
<i>C. lari</i>	R	R

Nal : acide nalidixique ; Céf : céfalotine ; R : résistant ; S : sensible

b.2. Galerie API Campy

- Principe :

La galerie API Campy permettant l'identification des espèces de *Campylobacter* spp. est composée de deux entités comprenant chacune 10 tests miniaturisés munis de substrats déshydratés. Les 10 premiers tests (URE à PAL) sont des tests enzymatiques et conventionnels tandis que les 10 derniers tests (H₂S à ERO) représentent des tests d'assimilation ou d'inhibition. Par ailleurs, le test de la catalase constitue le 21^{ème} test d'identification.

➤ Technique :

Les étapes suivantes sont réalisées conformément à la notice du fabricant (figure 19) :

- Préparation de l'inoculum : à partir d'une subculture, des colonies sont prélevées à l'aide d'un écouvillon stérile puis transférées dans une ampoule d'API NaCl 0,85% jusqu'à l'obtention d'une suspension bactérienne homogène d'opacité égale à 6 McFarland.
- Inoculation de la galerie : la première partie de la galerie ainsi que le test H₂S de la deuxième partie de la galerie sont inoculés à l'aide d'une pipette pasteur stérile à partir de l'inoculum préparé. Puis, le reste de la suspension est transférée dans une ampoule API AUX Medium afin de compléter la deuxième partie de la galerie (GLU à ERO).
- Incubation de la galerie : après avoir recouvert la cupule URE d'huile de paraffine, la galerie API Campy est incubée à 36°C ± 2°C pendant 24 heures. La première partie est incubée en atmosphère aérobie alors que la deuxième partie est incubée en microaérophilie.

➤ Lecture :

La lecture et l'interprétation des réactions sont répertoriées dans tableau 6 et figure 19.

Tableau 6 : Extrait du tableau de lecture de la galerie API Campy.

TESTS	RÉACTIONS	RÉSULTATS	
		NÉGATIF	POSITIF
PREMIÈRE PARTIE DE LA GALERIE			
URE	UREase	jaune	orange / rouge
NIT	réduction des NITrates	incolore	rose / rouge
EST	ESTérase	incolore bleu-pâle	turquoise
HIP	HIPpurate	incolore gris-bleuté	violet
GGT	Gamma Glutamyl Transférase	incolore	orange-intense
TTC	réduction du chlorure de triphényltétrazolium (TriphénylTétrazolium Chlorure)	incolore rose pâle	rose / rouge ou dépôt au fond de la cupule
PyrA	PyrrolidonylArylamidase	incolore	orange
ArgA	L-Arginine Arylamidase	incolore	orange
AspA	L-AspartateArylamidase	incolore	orange
PAL	Phosphatase ALcaline	incolore	pourpre
DEUXIÈME PARTIE DE LA GALERIE			
H ₂ S	production d'H ₂ S	incolore	noir
GLU	assimilation (GLUcose)	transparence (absence de croissance ou sensibilité)	trouble (même très faible) (croissance ou résistance)
SUT	assimilation (sodium SUccinaTe)		
NAL	inhibition de croissance (acide NALidixique)		
CFZ	inhibition de croissance (sodium CéFaZoline)		
ACE	assimilation (soduimACEtate)		
PROP	assimilation (PROPionate)		
MLT	assimilation (MaLaTe)		
CIT	assimilation (trisodiumCITrate)		
ERO	inhibition de croissance (ERythrOmycine)		

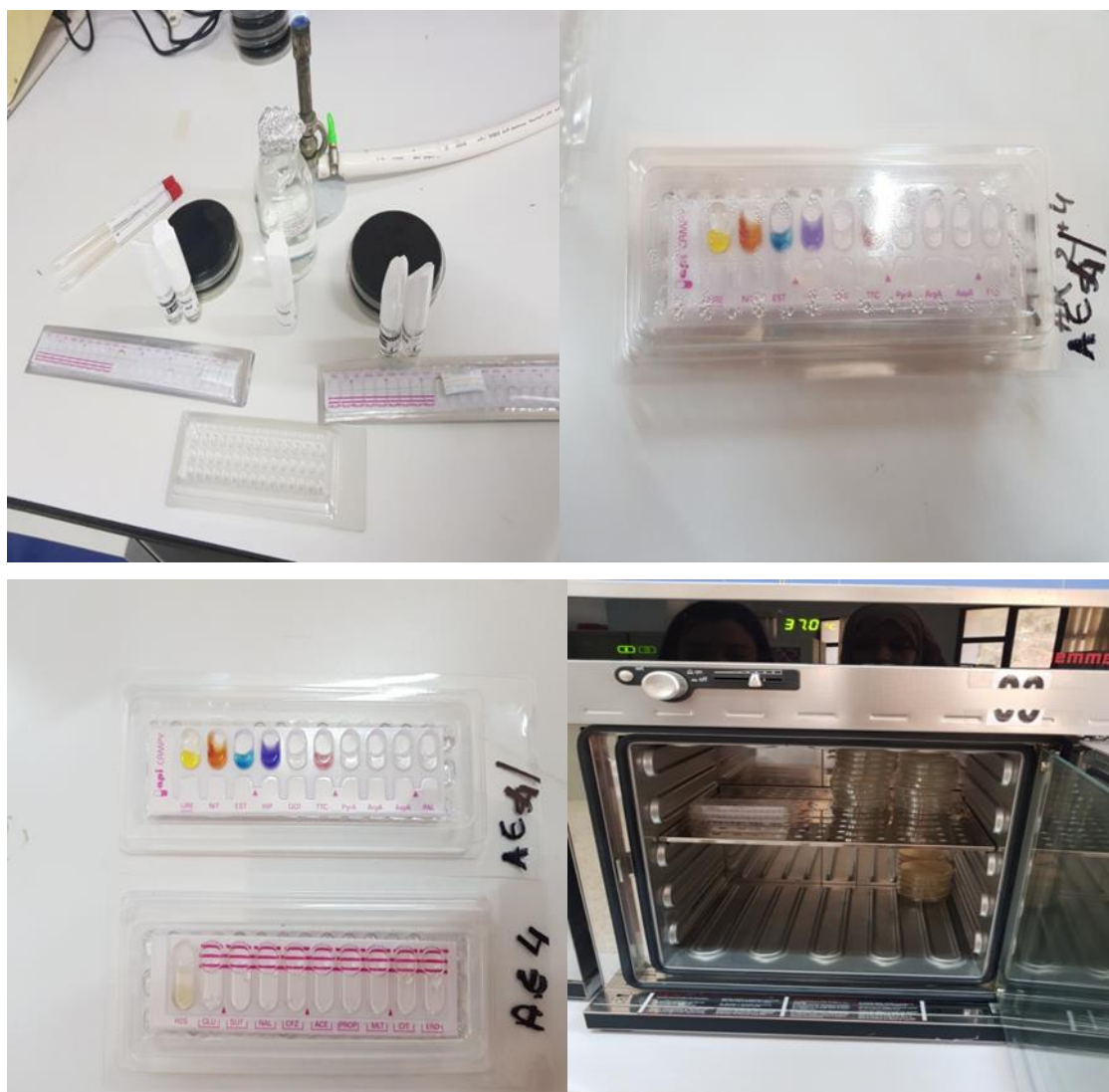


Figure 19 : Galerie API Campy (photos personnelles).

CHAPITRE II : RESULTATS

I. DETECTION DES *CAMPYLOBACTER* THERMOTOLERANTS

I.1. Prévalence de *Campylobacter* spp.

I.1.1. Prévalence globale

Sur l'ensemble des 15 échantillons analysés, des colonies de *Campylobacter* spp. (*C. spp.*) sont isolées à partir de 13 échantillons ; soit une prévalence de 86,67%. Il convient de noter que nous avons constaté la présence de contaminants (bactéries autres que *Campylobacter* spp.) dans 80% (n=12/15) des géloses mCCDA.

Les résultats concernant la prévalence globale des *Campylobacter* spp. sont présentés dans le Tableau 7 et la figure 20

Tableau 7 : Prévalence globale de *Campylobacter* spp.

Micro-organismes	Colonies de <i>C. spp.</i>		Contaminants	
	N	%	N	%
Total	13	86,67	12	80

N : nombre de positifs

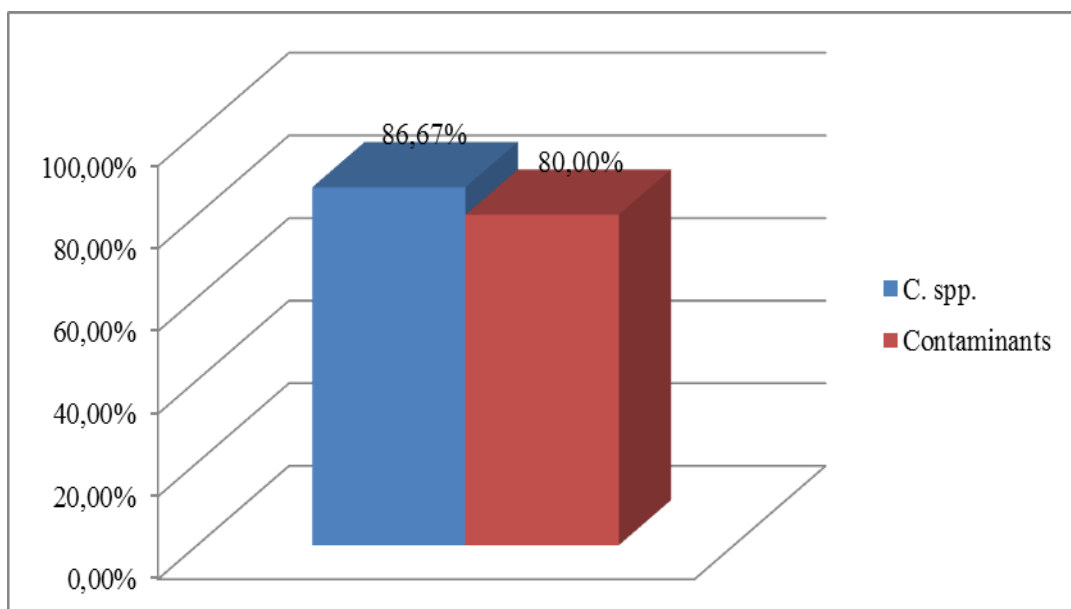


Figure 20 : Prévalence globale de *Campylobacter* spp.

I.1.2. Prévalence par lot

Pour chaque lot, les résultats obtenus sont décrits dans les points suivants :

- Lots n°1 et n°3 : tous les échantillons analysés sont positifs pour *Campylobacter* spp., soit un taux de 100,00% (n= 10/10).
- Lot n°2 : 3 échantillons sur les 5 échantillons testés sont positifs pour *Campylobacter* spp., ce qui correspond à un taux de 60%.

Nos résultats sont présentés par le tableau 8 et la figure21.

Tableau 8 : Prévalence de *Campylobacter* spp. par lot.

Lot	Colonies de <i>C. spp.</i>		Contaminants	
	N	%	N	%
1	5	100	2	40
2	3	60	5	100
3	5	100	5	100
Total	13	86,67	12	80

N : nombre de positifs

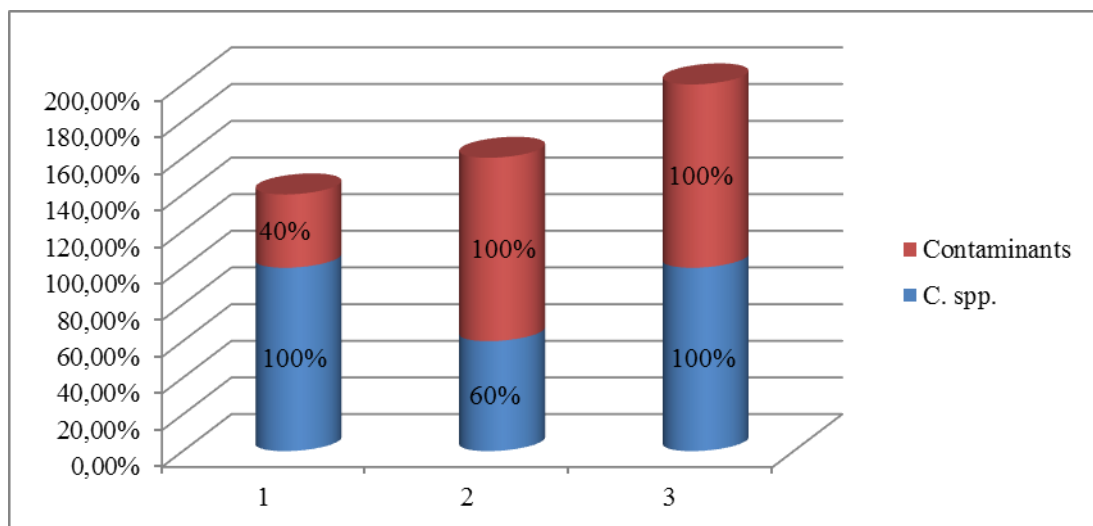


Figure 21 : Prévalence de *Campylobacter* spp. par lot.

I.2. Prévalence des *Campylobacter* thermotolérants

I.2.1. Prévalence globale des *Campylobacter* thermotolérants

Après confirmation des colonies de *Campylobacter* spp. à l'aide de tests biochimiques classiques, 11/13 (84,62%) des isolats isolés à partir des 3 lots analysés sont des *Campylobacter* thermotolérants.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 9 et la figure 22.

Tableau 9 : Prévalence globale des *Campylobacter* thermotolérants.

Lot	<i>Campylobacter</i> spp.		<i>Campylobacter</i> thermotolérants	
	N	%	N	%
Total	13	100	11	84,62

N : nombre de positifs

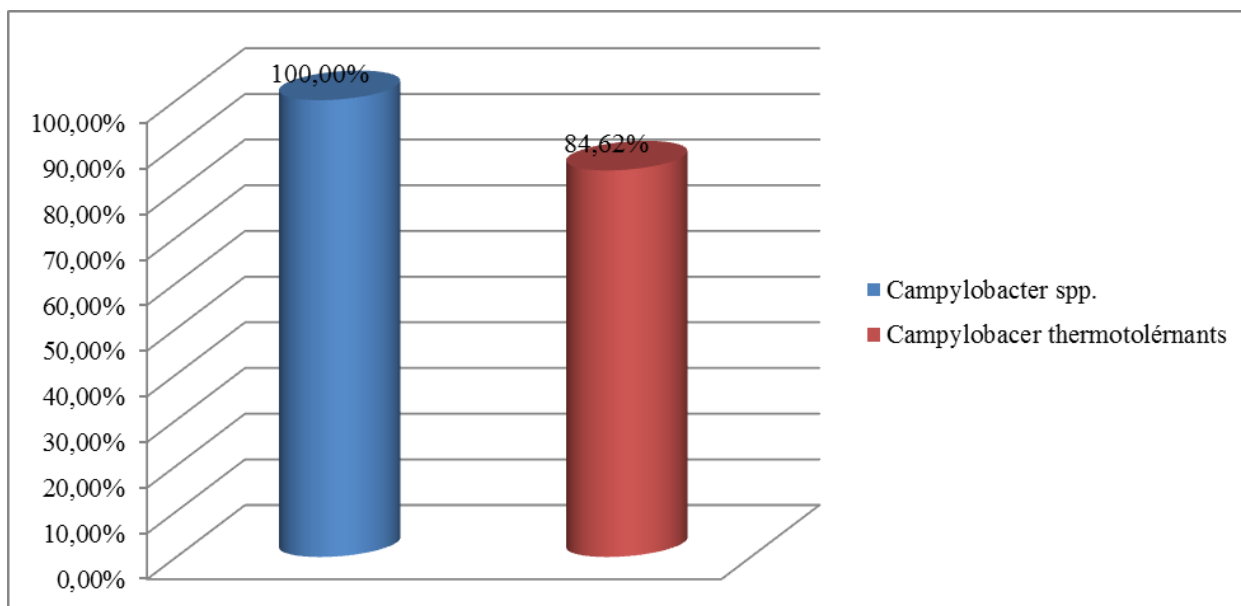


Figure 22 : Prévalence globale des *Campylobacter* thermotolérants.

I.2.2. Prévalence des *Campylobacter* thermotolérants par lot

Les résultats obtenus à partir de chaque lot sont cités ci-dessous :

- Lots n°1 et n°2 : tous les échantillons testés sont positifs pour les *Campylobacter* thermotolérants, soit un taux de 100,00% (n= 10/10).
- Lot n°3: sur les 5 échantillons testés, 3 (60%) sont positifs pour les *Campylobacter* thermotolérants.

Nos résultats sont présentés dans le tableau 10 et illustrés par la figure 23.

Tableau 10 : Prévalence des *Campylobacter* thermotolérants par lot.

LOT	<i>Campylobacter</i> spp.		<i>Campylobacter</i> thermotolérants	
	N	%	N	%
1	5	100	5	100
2	5	100	5	100
3	5	100	3	60
Total	15	100	13	86,67

N : nombre de positifs

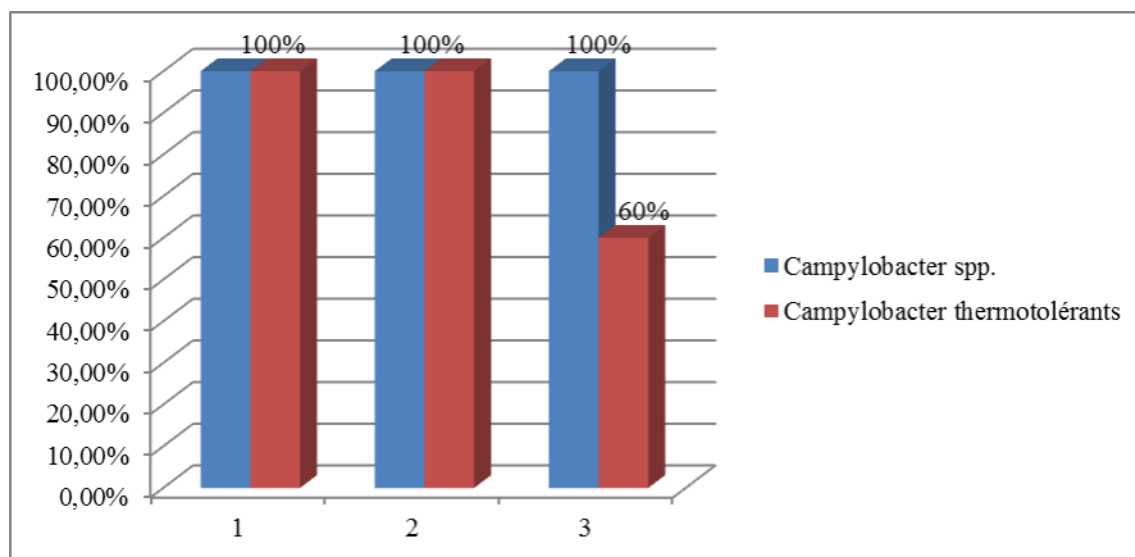


Figure 23: Prévalence des *Campylobacter* thermotolérants par lot.

II. ETUDE PHENOTYPIQUE DES ISOLATS DE *CAMPYLOBACTER* THERMOTOLERANTS

II.1. Identification des *Campylobacter* thermotolérants à l'aide de galeries classiques

L'emploi des tests biochimiques nous permet de constater que tous les isolats de *Campylobacter* thermotolérants isolés à partir des échantillons positifs (11/11) pouvaient appartenir aux 3 espèces suivantes : *C.jejuni*, *C.coli* ou *C.lari*.

La répartition des espèces de *Campylobacter* thermotolérants par lot est présentée dans le tableau 11.

**Tableau 11 : Prévalence des espèces de *Campylobacter* thermotolérants
C.jejuni, *C.coli* et *C.lari***

Lot	<i>C.jejuni</i> - <i>C.coli</i> - <i>C.lari</i>	
	N	%
1	5	100
2	3	100
3	3	100
Total	11	100

C.j: *Campylobacter jejuni*; *C.c*: *Campylobacter coli* ; *C.l*: *Campylobacter lari* ; N : nombre de positifs

II.2. Identification des espèces de *Campylobacter* spp. à l'aide de galeries API

Campy

II.2.1. Prévalence globale

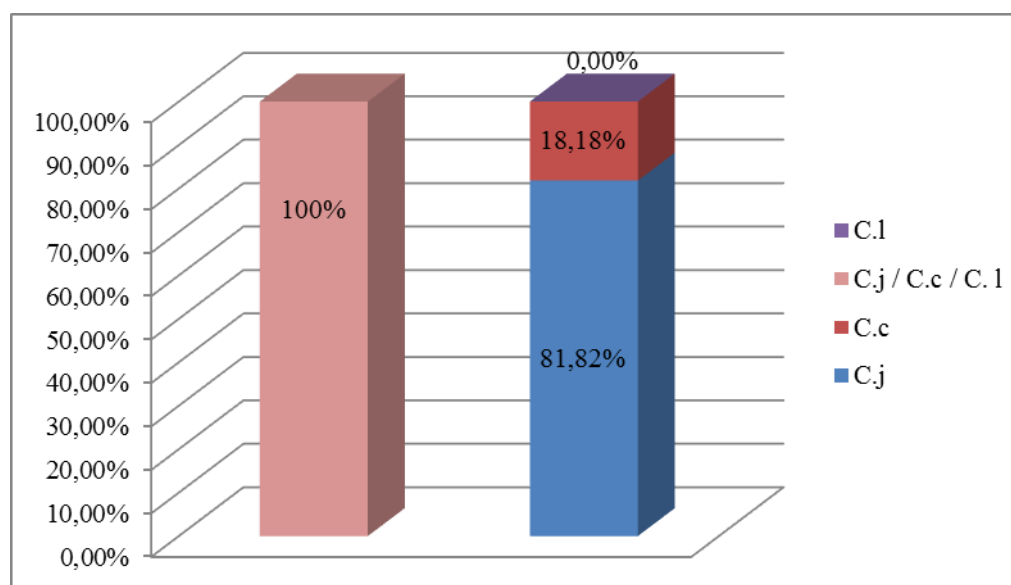
L'utilisation des galeries API Campy nous indique que l'espèce la plus isolée est de loin, l'espèce *C.jejuni*, et ce, avec un taux de 81,82% (9/11). L'espèce *C.coli* représente uniquement 18,18% (2/11) du taux d'isolement tandis qu'aucune espèce de *C.lari* n'est isolée.

La prévalence globale des espèces de *Campylobacter* thermotolérants est notée dans le Tableau 12 et illustrée par la figure 24.

Tableau 12: Prévalence globale des espèces de *Campylobacter* thermotolérants.

ESPECES	N	%
<i>C.jejuni</i>	9	81,82
<i>C.coli</i>	2	18,18
<i>C.lari</i>	0	0
TOTAL	11	100

N : nombre de positifs

**Figure 24 : Prévalence globale des espèces de *Campylobacter* thermotolérants.**

II.2.2. Prévalence par lot

Les résultats obtenus à partir de chaque lot sont cités ci-dessous :

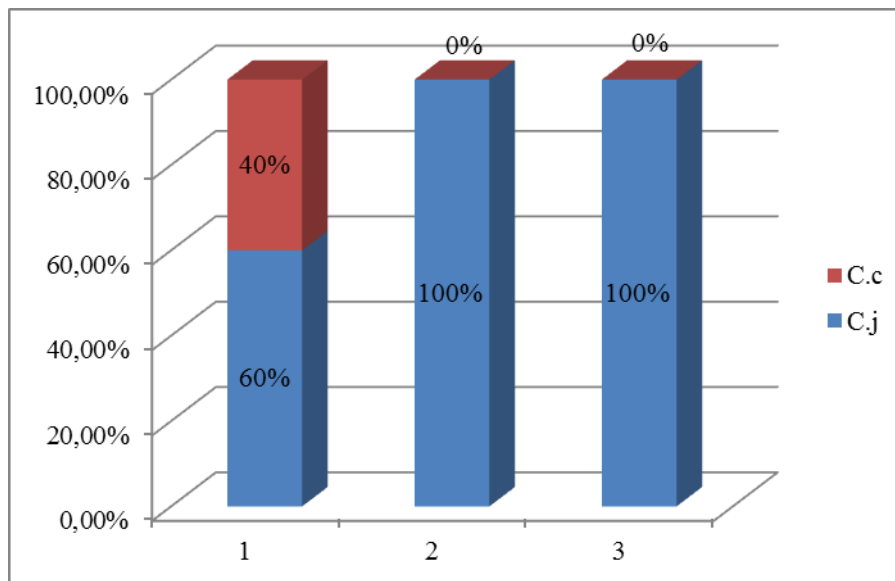
- Espèce *C. jejuni* : le taux d'isolement de cette espèce est de 60% (3/5) pour le premier lot alors qu'il est de 100% (6/6) pour le deuxième et le troisième lot ;
- Espèce *C. coli* : le taux d'isolement de cette espèce est de 40% (2/5) pour le premier lot tandis qu'aucun isolat de cette espèce n'est observé pour le deuxième et le troisième lot.

Les résultats obtenus sont rapportés par le tableau 13 et illustrés par la figure 25.

Tableau 13: Prévalence des espèces de *Campylobacter* thermotolérants par lot (N=11).

Lot	<i>C. jejuni</i>		<i>C. coli</i>		<i>C.lari</i>	
	N	%	N	%	N	%
1	3	60	2	40	0	0
2	3	100	0	0	0	0
3	3	100	0	0	0	0
Total	9	81,82	2	18,18	0	0

N : nombre de positifs

*C.j* : *Campylobacter jejuni* ; *C.c* : *Campylobacter coli***Figure 25: Prévalence des espèces de *Campylobacter* thermotolérants par lot.**

CHAPITRE III :DISCUSSION

I. CHOIX DU PRELEVEMENT

Les prélèvements sont choisis en fonction de différents paramètres, à savoir l'espèce animale, la partie prélevée et l'étape du prélèvement.

I.1. Espèce animale

Nous nous sommes intéressées à la volaille car le tube digestif de cette dernière représente le réservoir prédominant de *Campylobacter* spp. thermophiles. En effet, le taux de portage chez ces animaux est élevé et la charge bactérienne par gramme de matières fécales peut atteindre 10^7 UFC/g (FAO/OMS, 2002 ; Messaoudi *et al.*, 2011). Par ailleurs, de nombreuses études cas/témoins identifient les produits à base de viandes de volailles comme le principal facteur de risques de la campylobactériose humaine (Jund, 2010).

I.2. Partie prélevée

Selon l'OIE (2005), pour déterminer le statut d'un lot en bout de chaîne d'abattage, des échantillons de peau (peau du cou ou du bréchet) peuvent être prélevés (OIE, 2005). Selon KOTULA *et al.*, (1999), afin de rechercher les *Campylobacter* thermotolérants, il serait préférable d'effectuer les prélèvements à partir de la peau de cou des carcasses car, d'une part, c'est une technique plus rapide, plus pratique, moins onéreuse, n'interrompant pas la chaîne d'abattage comparée à d'autres techniques de prélèvements et d'autre part, la structure ainsi que l'humidité de la peau sont considérées comme des facteurs favorables pour la croissance des micro-organismes.

I.3. Etape du prélèvement

L'ensemble des prélèvements est effectué à partir de peaux de cou de poulets de chair après l'étape d'éviscération qui consiste en une ouverture abdominale de la carcasse suivie de l'extraction manuelle ou mécanique des viscères. A la différence des autres espèces animales de rente, les volailles sont éviscérées sans ouvrir entièrement la carcasse et la peau n'est en général pas retirée. Au moment du retrait de la masse intestinale, les viscères peuvent se rompre. Ils contaminent alors l'intérieur et/ou l'extérieur de la carcasse, mais également le personnel. En effet, la contamination des carcasses au niveau de l'abattoir est surtout superficielle. De plus,

Ono et Yamamoto (1999) affirment lors de leur étude que les étapes de plumaision et d'éviscération entraînent une augmentation de la contamination (**ANSES, 2003**).

II. DETECTION DES ISOLATS DE *CAMPYLOBACTER* THERMOTOLERANTS

II.1. Prévalence des isolats de *Campylobacter* thermotolérants

Au cours de notre étude, la bactérie *Campylobacter* est isolée dans 13 échantillons parmi les 15 analysés, soit une prévalence de 86,67%. Ce taux est associé à la contamination des carcasses par le contenu intestinal qui serait fortement contaminé par les CTT. Ainsi, malgré la forte présence des contaminants (80%), cette importante prévalence enregistrée confirme une fois de plus les données de plusieurs auteurs qui indiquent que le portage intestinal de *Campylobacter* par les volailles constitue un élément clé de la transmission de ce danger à l'homme (**Messaoudi et al., 2011**).

En Algérie, une précédente étude réalisée par **Benziane** en **2018** à partir d'échantillons de peaux de cou prélevés après l'étape d'éviscération dans le même abattoir visité enregistre une prévalence similaire à la nôtre (93,33%). De même, **Messad (2011)** rapporte une prévalence identique qui est de l'ordre de 80%. En revanche, **Bouhamed (2011)** et **Bouhamed et al. (2018)** enregistrent une prévalence inférieure (55%) suite à l'analyse d'échantillons de peaux de cou prélevés après l'éviscération de l'espèce dinde. D'après ces résultats, nous constatons qu'un risque potentiel de toxi-infection à *Campylobacter* demeure toujours en Algérie chez le manipulateur et le consommateur de viande de volaille.

Nos données concordent avec ceux retrouvées dans la littérature. Toutefois, il convient de noter que le taux de portage est éminemment variable (25 à 100%) selon les pays, les saisons, les modes d'élevage et les méthodes de prélèvement et de recherche de ce micro-organisme (**Messaoudi et al., 2011**). A titre d'exemple, un travail mené en Thaïlande sur les poulets à la ferme, à l'abattoir et sur le marché simultanément indique une contamination par *Campylobacter* de 64%, 38% et 47% respectivement (**Padungtod et al., 2002**).

II.2. Sources de contamination des volailles par les *Campylobacter* thermotolérants

Les sources probables de contaminations de la volaille par les CTT sont cités dans les points ci-dessous.

II.2.1. Dose infectante

Il suffit d'une faible dose (40 UFC) pour contaminer un poulet (**Newell et Faernley, 2003**). Cependant, la dose nécessaire et la vitesse de colonisation des poulets dépendent à la fois de la souche de *Campylobacter* et de la race de poulet considérées. Une fois le tube digestif colonisé, la population de *Campylobacter* dans le contenu cæcal peut rapidement atteindre 10^9 bactéries par gramme chez les poulets contaminés expérimentalement. Dans les conditions naturelles, la colonisation est un peu plus faible, mais les poulets excrètent de grandes quantités de *Campylobacter* (plus de 10^6 bactéries par gramme de fiente) (**Wagenaar et al., 2006**). Ainsi, d'après la forte prévalence enregistrée lors de notre étude, nous pouvons déduire que les lots prélevés étaient fortement colonisés par *Campylobacter* spp.

II.2.2. Saisonnalité - Température

Des variations saisonnières de la prévalence de contamination des lots de volailles par *Campylobacter* sont mises en évidence avec un taux d'infection plus élevé l'été que l'hiver (**DANMAP, 2000**). Cependant, selon l'**ANSES (2003)**, la prévalence des campylobacters chez les volailles est variable selon les pays et la saison. En effet, lors de notre étude, les prélèvements sont effectués durant le mois de novembre qui présentait des températures relativement élevées d'où la contamination rapide des 3 lots prélevés.

II.2.3. Elevage

Selon la littérature, les volailles sont plus souvent porteuses de *Campylobacter* que les autres espèces animales (**Burucoa, 2007**). Alors que les sources et les voies de contamination des poulets par cette bactérie restent mal connues, la principale voie de transmission dans l'élevage est la transmission horizontale à partir de l'environnement (**ANSES, 2003**). Citons à titre d'exemple le fumier, le lisiers, les fientes, le sols et l'eau qui peuvent être considérées comme d'importantes sources de *Campylobacter* (**Messaoudi et al., 2011**). De même, les

campylobacters peuvent pénétrer dans l'élevage *via* la faune sauvage (oiseaux, rongeurs) et les autres animaux domestiques, ce qui contribue à la contamination des aliments et de la litière. Certains auteurs rapportent même que la présence résiduelle de campylobacters dans un lot précédemment élevé dans le même bâtiment d'élevage peut-être une source de transmission (**Hiett *et al.*, 2002**). Dès que la colonisation par *Campylobacter* a eu lieu dans un lot de poulets de chair, la transmission est extrêmement rapide du fait de la coprophagie et 100% des oiseaux d'un lot deviennent infectés en 72 h (**OIE, 2005**). Enfin, certaines études indiquent que la prévalence des lots positifs dépend de la taille des lots (**Berndtson *et al.*, 1996**) et du type de production (**Heuer *et al.*, 2001**).

II.2.4. Age

Chez la volaille, les sujets naissent indemnes de campylobactéries. Il est admis que la colonisation intestinale semble débiter à une semaine d'âge pour atteindre 100% des sujets présents dans le même bâtiment d'élevage lorsqu'ils atteignent un âge se situant entre 2 à 3 semaines (**Wallace *et al.*, 1998**). Sachant que nos prélèvements sont réalisés chez des poulets de chair abattus à l'âge de 50 jours pour le premier lot et 60 jours pour le deuxième et le troisième lot, nous supposons que tous les lots prélevés seraient fortement colonisés par les CTT.

II.2.5. Transport

Des études démontrent que des lots de volailles initialement négatifs pour *Campylobacter* pouvaient devenir positifs après l'abattage, et que les souches retrouvées sur les carcasses sont également isolées à partir des caisses de transport. Cependant, il semblerait qu'il ne s'agisse pas d'une colonisation intestinale des volailles, mais d'une contamination extérieure du plumage (**ANSES, 2003 ; Rasschaert *et al.*, 2007**). Par ailleurs, des travaux menés par **Stern *et al.* (1995)** et **Whyte *et al.* (2001)** indiquent que le transport provoque une augmentation de l'excrétion des campylobacters par les poulets (**ANSES, 2003**). De ce fait, ce facteur peut également être considéré comme une source additionnelle de contamination des lots prélevés.

II.2.6. Abattoir

La contamination de la carcasse se produit au cours du processus d'abattage, même si certaines opérations sont plus contaminantes que d'autres (**Messaoudi *et al.*, 2011**). Les volailles passent

par différentes étapes qui participent à la diminution (échaudage, refroidissement) ou à l'augmentation (plumaison, éviscération) du niveau de contamination par *Campylobacter*. Notons que ces effets sont variables selon les dispositions prises dans chaque abattoir (ANSES, 2003). Toutefois, la principale source de contamination des carcasses par les campylobacters est la contamination intestinale. Cette dernière s'effectue suite à la rupture accidentelle des viscères lors de l'étape d'éviscération qui se traduit par la dissémination des campylobacters qui se trouvent dans le tractus intestinal des poulets sur les carcasses et les équipements (ANSES, 2003). Par conséquent, les *Campylobacter* présents sur les peaux de volailles abattues lors de notre étude proviendraient fort probablement du contenu intestinal ou bien de l'équipement de l'abattoir.

Pour le premier lot de la première visite, tous les échantillons (100%) sont positifs pour CTT car il est prélevé à partir du deuxième effectif abattu dans l'abattoir visité. D'autre part, la température de l'abattoir aurait également favorisé le développement de ces bactéries. En effet, d'après certains auteurs, la contamination des carcasses par *Campylobacter* augmente quand la température de la salle d'éviscération est supérieure à 15°C ou lorsqu'un lot n'est pas abattu en premier dans la journée d'abattage (ANSES, 2008). Par ailleurs, étant donné que deux lots sont échantillonnés au début (2^{ème} lot) et à la fin (3^{ème} lot) de notre deuxième visite, et vu que le 3^{ème} lot représente le dernier lot prélevé, nous observons que le taux de contamination des carcasses diminue avec vers la fin de l'abattage (2^{ème} lot : 100% vs 3^{ème} lot : 60%). Ces résultats ne sont pas en accord avec l'étude de Rivoal *et al.*, (1999) qui indique que la proportion de carcasses positives à *Campylobacter* augmente pendant l'abattage des sujets. Nous pouvons supposer que le stress occasionné par l'attente et l'entassement des sujets dans les caisses de transport aurait favorisé l'apparition de formes viables non cultivables suite à la création d'un micro-environnement défavorable au développement de *C. spp.* (Park, 2002).

III. CARACTERISATION PHENOTYPIQUE DES ISOLATS DE *CAMPYLOBACTER* THERMOTOLERANTS

III.1. Identification des isolats de *Campylobacter* thermotolérants à l'aide de tests biochimiques classiques

Nos résultats révèlent que les isolats de *Campylobacter* thermotolérants pourraient appartenir soit à l'espèce *C. jejuni*, soit à l'espèce *C. coli* ou bien à l'espèce *C. lari*. Un Il convient de noter

qu'un lot peut être contaminé par un seul ou plusieurs isolats de *Campylobacter*, notamment par les deux espèces *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli*. Cette contamination s'effectuerait dans l'élevage, au cours du transport ou à l'abattoir suite à des contaminations croisées (Chemaly *et al.*, 2012).

III.2. Identification des espèces de *Campylobacter* thermotolérants à l'aide de la galerie API Campy

Les résultats de la galerie API Campy révèlent que la principale espèce de *Campylobacter* identifiée est l'espèce *C. jejuni* (81,82%). Toutefois, l'espèce *C. coli* est décelée dans seulement 18,18% des échantillons et aucune espèce de *C. lari* n'est détectée (0%). D'après les données de la littérature, il est prouvé que les volailles sont majoritairement porteuses de *Campylobacter jejuni* (65 à 95%), moins souvent de *Campylobacter coli* et rarement d'autres espèces (OIE, 2005). Par ailleurs, ces données corroborent les précédentes enquêtes réalisées chez la volaille par Benziane en 2018 qui révèle que 64,29% des isolats sont des *C. jejuni* tandis que 35,71% sont représentés par *C. coli*. Elles concordent également avec ceux de Bouhamed (2011) qui enregistre un taux de contamination de 83,3% et un autre de 16,7% pour *C. jejuni* et *C. coli* respectivement. De même, Jorgensen *et al.* (2002) constatent que le pourcentage d'isolement de *C. jejuni* (98%) est supérieur à celui de *C. coli* (2%). De même, dans une autre étude menée chez la volaille, les espèces *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli* sont isolées avec un taux de 63,75% et 36,25% respectivement (Gouali *et al.*, 2005). Tous ces résultats montrent que l'espèce *C. jejuni* est majoritairement isolée chez le poulet de chair.

Par ailleurs, seules les espèces *Campylobacter jejuni* et *coli* sont isolées car elles ont pour réservoir le tube digestif des animaux homéothermes, notamment les animaux de production tels que les oiseaux domestiques (poulet, dinde, canard...) (Chemaly *et al.*, 2012). D'autre part, parmi les *Campylobacter* spp. poussant à 42°C, les espèces les plus fréquemment rencontrées à partir d'échantillons d'origine animale sont *C. jejuni* et *C. coli*. Cependant d'autres espèces sont plus rarement signalées (OIE, 2005).

CONCLUSION ET

RECOMMANDATIONS

I. CONCLUSION

Les *Campylobacter* thermotolérants sont des bactéries fragiles dans le milieu extérieur et difficiles à cultiver à partir des prélèvements car elles nécessitent plusieurs conditions de culture. Malgré ces exigences, notre étude montre que la majorité des lots analysés sont positifs pour les CTT, et ce avec une forte prévalence de 86,67% (n=13/15). Cette forte contamination serait due à plusieurs facteurs, notamment la mauvaise gestion des élevages, du transport et de l'abattage. Ces résultats montrent également que l'étape d'éviscération est un véhicule des isolats de CTT qui ne doit absolument pas être négligé. En effet, une fois que ces bactéries sont transmises au poulet de chair, elles peuvent contaminées toute la chaîne alimentaire et l'homme par la même occasion.

Après avoir identifié les CTT à partir de nos prélèvements, nous constatons que 81,82% (n=9/11) des isolats sont des *C. jejuni* alors que *C. coli* ne représente que 18,18% (n=2/11) de l'ensemble des *Campylobacter* thermotolérants. Ces données corroborent celles de la littérature qui affirment que le poulet de chair est considéré comme le principal réservoir de *Campylobacter jejuni* et dans une moindre mesure de *C. coli*.

Enfin, l'ensemble de notre travail nous permet de comprendre pourquoi cet agent pathogène est tant redouté en santé publique. En effet, de cette modeste étude, il ressort que le danger est bien présent vu que les viandes de volaille sont à ce jour les viandes les plus fréquemment et fortement contaminées par cette bactérie qui est capable d'y survivre tout au long de la chaîne de production jusqu'à la cuisine du consommateur. Ainsi, il est plus que nécessaire d'empêcher la contamination par les CTT à tous les niveaux, et ce, de l'élevage jusqu'à à la cuisine du consommateur.

II. RECOMMANDATIONS

Afin de protéger les consommateurs des risques de la campylobactériose, des mesures de prévention constituent la première barrière contre cette infection doivent être maîtrisées par tous les acteurs clés concernés, à savoir les autorités sanitaires, les vétérinaires et les responsables de la santé publique.

II.1. Elevage

Au niveau de l'élevage, il serait nécessaire de :

- Minimiser l'accès du personnel dans les bâtiments d'élevages ;
- Exiger le port de tenues propres avec désinfection des mains à l'entrée du bâtiment ;
- Maîtriser la qualité de la litière et de l'ambiance ;
- Appliquer des mesures de nettoyage-désinfection et de vide sanitaire entre deux bandes de poulets de chair selon un protocole précis dont l'efficacité doit être contrôlée ;
- Protéger les bâtiments d'élevage contre l'entrée des oiseaux sauvages et des rongeurs.

II.2. Transport

Lors du transport des poulets de chair à l'abattoir, il faudrait :

- Mettre à jeun les oiseaux 8 à 12 heures avant le transport. Cette mesure permet de réduire le contenu intestinal, et donc la contamination extérieure du plumage par des *Campylobacters* pendant le transport ;
- Nettoyer et désinfecter les caisses de transport après chaque utilisation.

II.3. Abattoir avicole

Dans l'abattoir avicole, il est préférable de :

- Utiliser une température d'échaudage élevée ;
- Renouveler l'eau des bacs d'échaudage ;
- Laver les carcasses dans les 15 secondes qui suivent la plumaïson ;
- Utiliser un débit et une pression d'eau de lavage adéquats ;

- S'assurer que la procédure d'éviscération soit faite proprement sans déchirures ou éclaboussures risquant de disséminer ces bactéries sur la peau des poulets de chair ;
- Exiger le lavage des mains des employés avant et après avoir été en contact avec la cavité abdominale ;
- Nettoyer et désinfecter le matériel et les locaux après le passage de chaque lot pour ne pas contaminer les lots qui suivent.

II.4. Cuisine

Dans les cuisines, le facteur principal de risque reste une hygiène insuffisante qui est à l'origine de contaminations croisées.

Il est recommandé de :

- Se laver les mains soigneusement après la manipulation des viandes crues ;
- Assurer une cuisson suffisante ($> 65^{\circ}\text{C}$ à cœur) des viandes de volaille et surtout de manipuler ces viandes dans de bonnes conditions d'hygiène ;
- Porter une attention particulière à la maîtrise de la cuisson des viandes au barbecue ; facteur de risque impliqué dans les cas sporadiques de campylobactériose ;
- Nettoyer soigneusement les plats et les ustensiles ayant servi à l'assaisonnement et à la préparation de la viande crue.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Agbankpe JA., 2011** : Essai d'isolement de *Campylobacter* dans la viande de volaille importée au Bénin. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du master en microbiologie et technologie alimentaires. Université d'Abomey-Calavi. P 54.
2. **Alloui N., Guergueb N., Ayachi A., 2013** : Relation entre les pratiques d'hygiène d'abattage et la contamination bactérienne des carcasses de poulets dans la région de Biskra. Centre Universitaire D'El Tarf. Institut Vétérinaire. P 5.
3. **Altmayer E., 1994** : Les bactéries du genre *Campylobacter* :Transmission à l'homme par les aliments. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de Nantes. P 103.
4. **ANCA, 2020** : Association Nationale des Commerçants et Artisans. Conférence de Tahar Boulénouar. Alger. Lien internet : www.elmoudjahid.com (consulté le 11-07-2020) .
5. **Anonyme a, 2016** : consommation des viandes .l'Algerie loin de la moyenne. Lien internet : www.lesoirdalgerie.com/articles/2016/09/15articles.php?sid=201942cid=2(consulté le 13-09-2020). Le soir d'Algérie, jeudi 15 septembre 2016.
6. **Anonyme b, 2016**: Etapes de la coloration de Gram en pdf. Lien internet : <http://stlbiotekanglet.fr/wp-content/uploads/2016/12/ETAPES-DE-LA-COLORATION-DE-GRAM.pdf>. Consulté le 12-06-2020.
7. **Anonyme, 1996** : Hygiène Alimentaires : volailles lapins gibiers : P 14, 15, 16, 21, 22, 26, 27.
8. **Anonyme, 2010** : Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène « abattage et découpe des volailles maigres » version juin. N°5945. P 18, 19, 42, 43.
9. **Anonyme, 2012** : Gouvernement du CANADA : *Campylobacter jejuni*. Lien internet : www.canada.ca/fr (consulté le 12-2019).
10. **Anonyme, 2015** : Coloration de gram-Nicolle. Protocole de coloration. Lien internet : www.labelians.fr (consulté le 04-08-2020).
11. **Anonyme, 2017**: *Campylobacter* : from microbiology to prevention. Journal of preventive medicine and hygiene. Lien internet : www.ncbi.nlm.nih.gov (consulté le 22-08-2020).
12. **ANSES, 2003** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Appréciation des risques alimentaires liés aux *Campylobacters*: Application au couple poulet / *Campylobacter jejuni*. P 1-96.
13. **ANSES, 2006** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. *Campylobacter* spp. P 1-3.

14. **ANSES, 2008** : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire alimentation, environnement, travail. Enquête sur la contamination de *Campylobacter* spp. des carcasses de poulets de chair en France en 2008 et les facteurs associés : P 06.
15. **ANSES, 2009** : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Avis sur la mise en place d'un plan de surveillance sur les carcasses de volailles portant sur les critères indicateurs d'hygiènes du procédé d'abattage. P1-13.
16. **ANSES, 2011** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. *Campylobacter jejuni*, *coli*. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments. P 1-3.
17. **ANSES, 2016** : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Campylobactériose : maladie, agent responsable et rôle de l'Anses. Lien internet : www.anses.fr/fr/content/campylobact%C3%A9riose.
18. **Arrêté du ministre de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes.** Article 2, chapitre premier. N°448-06 du 7 safar 1427 (8 mars 2006). P 01 et 02.
19. **Baccar M., Kacem S., Bendhiab H., 2006** : Abattage des volailles, 7^{ème} édition du salon international de l'investissement agricole et de la technologie. Lien internet : fr.scrib.com (consulté le 09-09-2020).
20. **Balde M., 2008** : Etude de l'efficacité du ressuage réfrigère des viandes de bovins aux abattoirs de Dakar. Mémoire de diplôme approfondis de productions animales. Université Cheikh Anta Diop de Dekakar. P 1-49.
21. **Benziane M., 2018** : Prévalence et caractérisation phénotypique des souches de *Campylobacter* thermotolérants isolées à partir de quelques lots de poulets de chair d'un abattoir avicole situé dans la wilaya d'Alger. Projet de Fin d'études. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. Alger. P 84.
22. **Berndtson E., Danielsson-Tham E., Engval L., 1996**: *ICampylobacter* incidence on a chicken farm and the spread pf campylobacter during the slaughter process. J Food Microbiol. Vol32.Pages35-47. Lien internet : pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.
23. **Bouhamed R., 2011** : Détection et étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de *Campylobacter* thermotolérants isolées chez la dinde dans quelques élevages et établissements d'abattage avicoles situés dans la région d'Alger. Mémoire de magistère. Ecole Nationale Supérieur Vétérinaire. P 143.
24. **Bouhamed R., Bouayad L., Messad S., Zenia S., Naïm M., Hamdi TM., 2018**: Sources of contamination, prevalence, and antimicrobial resistance of thermophilic *Campylobacter* isolated from turkeys. Veterinary World. 11: 1074-1081.

25. **Boukhalfa A., 2006** : L'aviculture en Algérie. Journées sur la grippe aviaire. Batna les 15-16/03/2006.
26. **Burnel V., Jehl N., Drouet L., Portheau MC., 2010** : Viande de volailles : La valeur nutritionnelle présente bien des atouts. Viandes et produits carnés. Vol 25. P 18.
27. **CAC/RCP, 1996** : Commission mixte FAO-OMS du Codex Alimentarius. Hygiène alimentaire des denrées alimentaires : textes de base, 4^{ème} édition. P 11-12.
28. **CAC/RCP, 2005** : Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande. P 04.
29. *Campylobacter coli*. Manuel Terrestre de l'OIE : 04
30. *Campylobacter coli*. Manuel Terrestre de l'OIE : 1177-1187.
31. *Campylobacter* dans les filières de production animale. Bulletin épidémiologique, santé .
32. **CDC, 2015**: Centers for Disease Control and Prevention. Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet). Surveillance: Active Laboratory Surveillance. Lien internet : www.cdc.gov/foodnet/surveillance.html(consulté le13-09-2020).
33. **CDC, 2019**: Centers for Disease Control and Prevention. Travel-Related infectious Diseases: Campylobacteriosis. Lien internet: wwwnc.cdc.gov (consulté le 05-2020).
34. **Chemaly M., Magras C., Madec J.Y., Santolini J., Denis M., 2012** : *Campylobacter* dans les filières de production animale. Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation n°50/S spécial Risques alimentaires microbiologiques : 19-21.
35. **Corpet D., 2014**: Risques sanitaires des aliments danger biologique dans les aliments. Infection d'origine alimentaire et TIAC « ENVT cours A3-2014 ». Lien internet : <http://corpet.net> (consulté le30-08-2020). P 1-32.
36. **DANMAP, 2000**: Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals and humans in Denmark. Lien internet: www.scolar.google.com.(consulté le13-09-2020).
37. **DGAL, 2009** : La note de service de la Direction Générale de l'Alimentation.
38. **Dromingy E., 2007** : Monographie de microbiologie : « campylobacter ». Tec et Doc. Lavoisier. P 95-98.
39. **Drouet G., 2020** : Etude des *Campylobacter* spp. chez les animaux du parc zoologique de Paris. Thèse de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. P 1-113.
40. **FAO, 2020** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Production et santé animales. Lien internet :www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/slaughtering.html. (Consulté le 19 février 2020).

41. **FAO/OMS, 2002** : Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et l'Agriculture / Organisation Mondiale De La Santé. Evaluation des risques pour *Campylobacter* spp. dans les poulets et pour *Vibrio* spp. dans les produits de la pêche : P 6.
42. **FAO/OMS, 2004** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Organisation mondiale de la Santé. Projet code d'usages en matière d'hygiène pour viande.Etablissement :conception,installation et equipement,section10. Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande. (consulté le 28 février 2020).
43. **Federighi M., Magras C., Pilet Mp., 2005** : *Campylobacter*. In : Federighi M. : bactériologie alimentaire. Compendium d'hygiène des aliments. Economica. 2005. Pages292.
44. **Federighi M., Mgras C., Pilet MP., 1998** : *Campylobacter*. In :Sutra L., Federighi M., Jouve JL. : « manuel de bactériologie alimentaire ». P 190-192-193-197-207.
45. **Frayasse JL., Darré D., 1990** : Produire des viandes. Volume 1. Edition :Technique et Documetaton-Lavoisier,11,rue Lavoisier-F 75384 Paris Cedex 08. P 304, 307, 311.
46. **Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culio J., 2002** : Valeurs diététiques et qualité sensorielles des viandes de ruminants, incidence l'alimentation des animaux. INRA Pord Anim. P 15-35-52.
47. **Gouali G.B., Karou G.T., Bakayoko S., Coulibaly K.J., Coulibaly K.E., Niamke S.L., Dosso M., 2005** : Revue Africaine de Santé et de Productions Animales. Prévalence de *Campylobacter* chez les poulets vendus dans les marchés d'Abidjan : Étude pilote réalisée dans la commune d'Adjamé en 2005. P 33.
48. **Guévremont E., 2004** : Caractérisation génétique et étude de l'antibiorésistance d'isolats de *Campylobacter* chez le porc, volaille et humain. Thèse présentée à la faculté des études supérieures en vue de l'obtention du garde de Doctorat philosophique en sciences vétérinaires. Option microbiologie. Université de Montréal. P 182.
49. **Heuer OE., Pedersen K., Andersen J.S., Madsen M., 2001** : Prevalence and antimicrobial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and conventional broiler flocks. lettres in applied microbiology vol 33, numéro 4.p269-274. . Lien internet : pubmed.ncbi.nlm.gov(consulté le 07-2020).
50. **Hiett K., Stern N.J., Fedoka-Cray P., Cox N., Musgrove M., Ladely S., 2002**: Molecular Subtype Analyses of *Campylobacter* spp.from Arkanas and California Poultry Operations.Appl Environ Microbiol micob. vol 68(12).p6220-6236. Lien internet :www.ncbi.nlm.nih.gov(consulte 07-2020).

51. **Irnatene, 2020** : Production et consommation des viandes blanche. EL MOUDJAHID, dimanche12-01-2020. Lien internet : www.elmoudjaid.com (consulté le 22-08-2020).
52. **ISO, 2006** : ISO 10272-1Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour la recherche des *Campylobacter* thermotolérants. P 1-18.
53. **Jorgensen F., Bailey R., Williams S., Henderson P., Wareing D.R.A., Bolton F.J., Frost J.A., Ward L., Humphrey T.J., 2002**: Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw milk, whole chickens in relation to sampling methods. *Int. J. Food Microbiol.* Vol766 N°1-2. pages64-151. Lien internet : pubmed.ncbi.nlm.gov (consulté le 07-2020).
54. **Journal officiel de la république algérienne, 2014** : n°15, 19 mars 2014. Annexe du Règlement Technique, les modalités et Les Condition d'Abatage (tadhkiya).des animaux terrestres selon la religion Musulman.P27.
55. **Jund A., 2010** : Mise en place du Plan de Maîtrise Sanitaire sur l'UCP du Grand Sauvoy, Janvier – Juin 2010.Master icrobiologie .P08.contact :ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr .
56. **Kotula K.L., Davis M.E., 1999**: Broiler skin sampling for optimum recovery of *Salmonella* spp. *J Food Prot.* 62, 284-86.
57. **Leblanc M M., 2008** : *Campylobacter* chez le porc : méthodes d'identification quantitative et dynamique d'infection. Thèse de doctorat de l'universite de Rennes 1. P 1-343.
58. **Lehours P, 2005**: LES *Campylobacter*: diagnostic biologique et surveillance de la resistance aux antibiotiques de France.centre nationale de refernces des *Campylobacter* et *Helicobacter*.France-2005 . Tome :158- N°4 . P 1-6.www.academie-veterinaire-France.fr.
59. **Logan MJ., Burnens A., Linton D., Lawson AJ., Stanley J., 2000**: *Campylobacter lanienae* sp.nov., new spiecies isolated from workers in an abattoir. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiologie.* Vol50- N°2. P **865-872**.
60. **Loubamba L., 2012** : Contribution à l'étude du ressuage des carcasses de bovins aux abattoirs de Dakar : aspects technologiques et hygiéniques. Thèse de Doctorat. Université Cheikh Anta Diop De Dekar. P 1-126.
61. **Mégraud F., 2019** : Cours de bactériologie médicale. *Campylobacter*. Université Victor Ségalen Bordeaux. Lien internet : <http://www.microbes-edu.org/etudiant/campylo.html#haut> (consulté le 15-12-2019).
62. **Mégraud F., Lehours P., 2019**: *Campylobacter* spp. Lien internet: https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/07/BACTERIE_Campylobacter.pdf (consulté le 14-09-2020).

63. **Messad S., 2011 :** Contribution à l'étude de la prévalence et de la sensibilité aux antibiotiques des *Campylobacter* thermotolérants chez le poulet de chair dans la région d'Alger. Thèse de Magister. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger. P 145.
64. **Messaoudi S., MANAI M., FEDERIGHI M., DOUSSET X., 2011 :** *Campylobacter* dans la filière poulet: étude bibliographique des stratégies de maîtrise au stade de l'élevage. Revue Méd. Vét., 164, 2, 90-99.
65. **MINEPIA /DSV, 2015 :** Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales. Direction des services vétérinaires. Contrôle sanitaire officiel des viandes de volailles. P 06, 26, 33.
66. **Ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches maritimes, 2007 :** Rebat 26 juillet 2007. n°5771.
67. **Moussiliou A., 2008 :** Mise au point d'une méthode d'identification des Salmonella dans les denrées alimentaires. Mémoire de maîtrise professionnelle en Biotechnologie dans les Industries Agroalimentaires. FAST/UAC, Bénin. P 52.
68. **MSSLD, 2020 :** Ministère de la Santé et des Soins de Longue Durée. Ontario. Campylobactériose : maladies et état. publication en ligne. Lien internet : www.health.gov.on.ca (consulté le 12-2020).
69. **MSSS, 2018 :** santé et services sociaux Québec .Campylobactériose. Lien internet : www.msss.gouv.qc.ca(consulte le 08-09-2020).
70. **Newell D.G., Fearnley C.J., 2003:** Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens. Applied and environmental microbiology vol 69-N°8. P 433-4351. American Society For Microbiology. Lien internet : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1352183(consulte le 30-07-2020).
71. **OIE, 2005 :** Office International des Epizooties. *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli*. Manuel terrestre de l'OIE. 1177-1187.
72. **OIE, 2019 :** Organisation mondiale de la santé animale. Code sanitaire pour les animaux terrestres, « abattage des animaux ». Abattage des animaux. P 01.
73. **OMS, 2003 :** Organisation mondiale de la santé. GLOBAL SALM-SURV : Isolement, identification et détermination de la sensibilité aux antibiotiques des *Campylobacter*. P 1-30.
74. **OMS, 2018:** Organisation Mondiale de la Santé. *Campylobacter*. Lien internet : www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/campylobacter. (consulté le 05-01-2020).

75. **Ooreka santé, 2019** : Guide des aliments. Viande blanche : atouts et inconvénients. Lien internet : [alimntation.ooreka.fr/astuce/ voir/724491/viande-blanche](http://alimntation.ooreka.fr/astuce/voir/724491/viande-blanche) (consulté le 23-08-2020).
76. **OSAV, 2017** : Office Fédéral de la Sécurité Alimentaire et des Affaires Vétérinaires. Campylobactériose. Lien internet : www.blv.admin.ch/blv/fr/home/tiere/tierseuchen/uebersicht-seuchen/alle-tierseuchen/campylbacterios.htm (consulté le 08-09-2020).
77. **Padungtod P., Hanson R., Wilson D.L., Bell J., Linz J.E., Kaneene J.B., 2002**: Identification of *Campylobacter jejuni* isolates from cloacal and carcass swabs of chickens in Thailand by a 5' nuclease fluorogenic polymerase chain reaction assay. J. Food Prot. 65, 1712-1716. Cité par **GHAFFIR Y., 2008** : Pertinence des indicateurs de contamination fécale pour surveiller et maîtriser la contamination par *Salmonella* et *Campylobacter* dans les filières belges de production de viande. Thèse de Doctorat. P 122.
78. **Puterflam J., Bouvarel I., Ragot O. Drouet M., 2007** : Contamination des élevages de poulets de chair par *Campylobacter* : quels moyens de maîtrise. Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours. P 521-523.
79. **Rasschaert G., Houf K., 2007**: External Contamination of campylobacter –Free Flocks after transport in Cleaned and Dsinfected Containers .journal of food protection. vol7-N°1,pages :6-40.0de la protection des aliments.
80. **Regula K., 2008** : *Campylobacter* dans la viande de poulet : Une information de pro viande. Aviculture Suisse. P 12.
81. **Rivoal, K., Denis M., Savt G., Colin P., Ermel G., 1999**: Molecular characterization of the diversity of campylobacter spp.isolates collected from a poultry slaughterhouse : anlysis of cross –contmination.lett appl microbiol Vol :29-N°6. Pages :4-370. Lien internet : www.ncbi.nlm.nih.gov(consulte le 22-04-2020).
82. **Skirrow M. B., 1977**: *Campylobacter* enteritis a « new » disease. British Medical Journal. Vol 2-N° . pages :9-11. Lien internet : www.bmj.com(consulte le 12-12-2019).
83. **Vandamme P., Falsen E., Rossau R., Hoste B., Segers P., Tytgat R., De Ley J., 1991** : Revision of campylobacter, Helicobacter and Wolinella taxonomy:emendation of genric description aand proposal of Arcobacter gen.nov.PubMed. Vol :41-N°1.P 88-103.
84. **Véron M., Fauchère J.L., 1989**: *Campylobacter*. In: Le Minor L., Véron M., 'Bactériologie médicale'. Flammarion. Paris. 2ème édition: P 694-730. Cité par **Bouhamed R., 2011** : Détection et étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de *Campylobacter* thermotolérants isolées chez la dinde dans quelques élevages et

établissements d'abattage avicoles situés dans la région d'Alger. Mémoire de magistère.
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire. P 143.

85. Wagenaar J.A., Mevius D. J., Havelaar A. H., 2006: *Campylobacter* in primary animal production and control strategies to reduce the burden of human campylobacteriosis. Rev Sci Vol :25-N°2. P 94-581.