

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

THEME

**Contribution à l'évaluation des Risques Microbiologiques
: Le Cas de la Contamination Croisée par *Campylobacter*
Lors de la Manipulation du Poulet**

Présenté par :

Mlle. Naoui Fatima Zahra

Devant le jury composé de :

Présidente	Mme. TAKHI Djalila	MAA
Examineur	M. CHETATHA mohamed	MAA
Rapporteur	M. BENAMAR Ibrahim	MAA

Promotion : 2020/2021

Remerciement

Avant tout, nous remercions "Allah" le tout puissant de nous avoir donné la santé, la force, le courage, la patience, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre encadreur monsieur. Benamaribrahim, Maitre-assistant au département de biologie de l'université Laghouat, qui nous dirigés ce travail avec une grande rigueur scientifique, son patience, son conseil, son grand disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons nos profonds remerciements aux membres de jury qui vont juger notre recherche, particulièrement madame. Takhidjalila, Maitre assistante au département de biologie de l'université Laghouat, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de notre mémoire. Nous remercions également Monsieur. Chetathamohamed, Maitre-assistant au département de biologie de l'université Laghouat, pour avoir accepté d'examiner notre travail. Recevez de ma part tout le respect et ma reconnaissance.

Nous souhaiterons également remercier nos enseignants de département de Biologie à la faculté des Sciences pendant les cinq années de notre parcours, merci infiniment.

Dédicaces

C'est avec un infiniment plaisir que je dédie ce mémoire aux êtres qui me sont très chers dans cette vie.

Aux deux être le plus chers au monde, qui ont souffert nuit et jour Pour nous couvrir de leur amour, mes parents.

A mon père "Dr. Aneur " pour son patient avec moi et son encouragement.

A ma source de bonheur, la prunelle de mes yeux, ma mère "Fatiha ".

Que le bon ALLAH vous garde en bonne santé.

Je dédie aussi ce modeste travail :

A ma très chère Sœurs « Khadîdja, Safa, Maroua » pour ses encouragements permanents, et son soutien moral

A mes très chers amis : Khadîdja, mouna, asma, A tous ceux que j'aime et que je respecte.

A tous personnes qui m'a aidé pour faire ce modeste travail.

A tous mes professeurs car grâce à eux, nous avons pu découvrir un monde de micro-organismes microscopiques

À toute la promotion microbiologie appliquée : 2020/2021.

Mes dédicaces vont aussi à ma famille Naoui et la famille Bertal.

Fatima zahra

الملخص

في العديد من البلدان المنخفضة ومتوسطة الدخل، يعد الافتقار إلى البيانات التي تسجل حالات التسمم الغذائي بسبب العطيفة، تحديًا كبيرًا حيث سيكون من الصعب للغاية تطوير تقييم المخاطر وسلامة الأغذية. يلعب التعامل مع لحوم الدواجن النيئة في المطبخ دورًا مهمًا في تعرض الإنسان لمسببات الأمراض التي تنتقل عن طريق الأغذية؛ ولا سيما العطيفة. الهدف من هذا العمل هو إلقاء الضوء على التلوث المتبادل الناتج عن سوء النظافة والعادات السيئة عند التعامل مع لحوم الدجاج، وعدم الالتزام بإجراءات النظافة التي تؤدي غالبًا إلى أمراض مزمنة خاصة عند الأطفال وكبار السن والذين يعانون من نقص المناعة. لهذا الغرض، تم جمع البيانات عن طريق الاستبيان المصمم لمحاكاة سيناريو التلوث المتبادل بواسطة العطيفة أثناء التعامل مع لحوم الدجاج النيئة في مرحلة الاستهلاك. كان موضوع البحث يشمل 165 مستهلكًا في مدينة الأغواط (العدد = 165). كانت نسبة المستهلكين الذين "كثيرًا ما يحضرون الدجاج قبل تحضير السلطة (39,3%) و(18,7%) على التوالي. قالت نسبة كبيرة من المشاركين (32,7%) أنهم لا يفكرون في غسل أيديهم بالماء والصابون بعد لمس الدجاج النيء. أخيرًا، أشار (31,5%) من المشاركين إلى أنهم لم يفكروا في استخدام لوح تقطيع منفصل لتجنب التلوث المتبادل بين الدجاج النيء والسلطة. يعتبر سوء التعامل مع الطعام وممارسات النظافة في المطابخ سببًا رئيسيًا للأمراض التي تنقلها الأغذية.

الكلمات المفتاحية: العطيفة، التلوث المتبادل، لحم الدجاج، الاستهلاك

Résumé :

Dans de nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire, le manque de données consternant les intoxications alimentaires causées par les *campylobacters*, est un défi majeur auquel le développement de l'évaluation des risques et de sécurité sanitaire des aliments sera très difficile. La manipulation de la viande de volaille crue dans la cuisine joue un rôle important dans l'exposition humaine aux agents pathogènes d'origine alimentaire ; notamment les *Campylobacter*. Le but de ce travail est de faire toute la lumière sur la contamination croisée qui résulte de la mauvaise hygiène et de la mauvaise habitude en manipulant la viande de poulet, et du non-respect des mesures d'hygiène, ce qui entraîne souvent des maladies chronique en particulier chez les enfants, les personnes âgées et les personnes immunodéprimés. Pour cela, une collecte des données par questionnaire conçu pour simuler un scénario de contamination croisée par *Campylobacter* lors de la manipulation de la viande de poulet crue à la phase de consommation. Les sujets de l'étude étaient 165 consommateurs dans la ville de Laghouat (n = 165). Presque tous les répondants de la ville de Laghouat ont partagé la pratique de laver le poulet dans l'eau avant de le cuisiner. Le pourcentage de consommateurs qui préparent « Très fréquemment » ou « fréquemment » du poulet avant de préparer la salade était de (39,3%) et (18,7%), respectivement. Une proportion importante de personnes interrogées (32,7 %) a déclaré qu'elles n'envisageaient pas de se laver les mains avec de l'eau savonneuse après avoir touché du poulet cru. Enfin, (31,5%) des répondants ont indiqué qu'ils n'envisageraient pas d'utiliser une planche à découper séparée pour éviter la contamination croisée entre le poulet cru et la salade. Les mauvaises pratiques de manipulation des aliments et d'hygiène dans les cuisines sont considérées comme une cause importante de maladie d'origine alimentaire.

Mots clés : *Campylobacter*, contamination croisée, viande de poulet, consommation.

Abstract:

In many low- and middle-income countries, the lack of data appalling food poisoning caused by *campylobacters*, is a major challenge in which the development of risk assessment and food safety will be very difficult. The handling of raw poultry meat in the kitchen plays an important role in human exposure to foodborne pathogens; in particular *Campylobacter*. The aim of this work is to shed light on the cross-contamination, which results from poor hygiene and bad habit when handling chicken meat, and non-compliance with hygiene measures, which often results in chronic diseases especially in children, the elderly and immunocompromised people. For that, a data collection by questionnaire on 165 consumers designed to simulate a scenario of cross contamination by *Campylobacter* during the handling of raw chicken meat at the consumption phase. Almost all of the respondents from the city of Laghouat shared the practice of washing the chicken in water before cooking it. The percentage of consumers who "very frequently" or "frequently" prepare chicken before preparing the salad was (39,3%) and (18,7%), respectively. A significant proportion of respondents (32, 7%) said they did not consider washing their hands with soapy water after touching raw chicken. Finally, (31, 5%) of respondents indicated that they would not consider using a separate cutting board to avoid cross-contamination between raw chicken and salad. Poor food handling and hygiene practices in kitchens are considered a major cause of foodborne illness.

Key words: *Campylobacter*, cross contamination, Chicken meat, consumption.

Table des matières

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01

Synthèse bibliographique

I. L'évaluation des risque	04
2. L'évaluation de l'exposition dans ce contexte	04
3.Évaluation des risques microbiologique (ERM).....	06
3.1.Généralités.....	06
4. Concepts généraux de l'évaluation de risque microbiologique (ERM).....	07
4.1. Formulation du problème.....	07
4.2. L'identification des dangers	10
4.3. L'évaluation de l'exposition	11
4.4. La caractérisation des dangers	11
4.5. La caractérisation des risques	11
5. Evaluation de l'exposition (De la théorie à la pratique)	11
II. Contamination.....	13
1. Contamination alimentaire.....	13
2. Types de contamination des aliments.....	14
3. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).....	15
4. Contamination pendant le stockage et le transport.....	16
5. Procédures de manipulation inappropriées.....	16
5.1. Abus de température et de temps.....	16
5 .2. Mauvaise hygiène personnelle.....	17
5.3. Contamination croisée.....	17
5.4. Consommateurs négligents.....	18
6. Viande de volailles.....	18

7. Chaîne de volaille de la ferme à la fourche.....	19
III. Bactéries du genre <i>Campylobacter</i>.....	20
2. Taxonomie.....	21
3. conditions de culture.....	23
4. Modes de transmission.....	23
4.1. Réservoir.....	23
4.2. Transmission.....	23
4.3. Incidence.....	24
5. <i>Campylobacter jejuni</i> et les campylobactérioses (Identification du danger)	24
5.1. Description du danger.....	24
6. Eléments dose-réponse et facteurs de risques.....	26
7. Pathogénicité.....	27
7.1. Production de toxines.....	27
7.2. Lipo-oligosaccharide et capsule.....	27
7.3. Physiopathologie	28
7.4 Caractéristiques biochimiques	28
7.5 Réponse clinique.....	29
8. Sensibilité aux antibiotiques et traitement.....	31
<i>IV. Matériel et méthodes</i>	
1. collecte des échantillons.....	33
1.1. Conception et paramètres de l'étude.....	33
1.2. Instrumentation.....	33
1.3. Collecte et analyse des données.....	33
<i>V. Résultats et discussion</i>	
1. Résultats.....	35
1.1. Profile de répondants.....	35
1.2. Consommation de viande de poulet et habitudes d'achat.....	36
1.3. Pratiques de manipulation et de préparation de la viande de poulet	39
2. Représentation graphique parmi les études précédentes.....	41
3. Discussion.....	51
3.1. <i>Campylobacter</i> Dans les cuisines domestiques et restauration.....	56

3.2 Estimation du risque.....	57
3.3 Contamination des éviers.....	57
3.4 Prévalence de l'utilisation de surfaces non lavées.....	58
Conclusion générale	60
Reference bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 1 : critères de qualité pour une évaluation des risques microbiologiques (ERM).

Tableau 2 : Présentation des différents types d'évaluations des risques microbiologiques (ERM).

Tableau 3 : Formulation du problème dans une évaluation des risques microbiologiques (ERM).

Tableau 4 : Quelques principales maladies bactériennes et virales transmis à l'homme par l'alimentation.

Tableau 5 : Répartition des espèces de *Campylobacterspp.* Isolés dans les entérites humaines. Enquête EPICOP* 1999-2000.

Tableau 6 : Résistance aux antibiotiques de *Campylobacter* isolés chez l'homme selon l'espèce, France, 2015, Données CNRCH 2015.

Tableau 7 : Caractéristiques descriptives des consommateurs.

Tableau 8 : Consommation de viande de poulet et habitudes d'achat chez les répondants.

Tableau 9 : Pratiques de manipulation et de préparation de la viande de poulet parmi les répondants.

Liste des figures

Figure 1 : Représentation schématique des composantes d'une analyse des risques telle que définie par la Commission du Codex alimentarius.

Figure 2 : Composantes d'une évaluation des risques microbiologiques.

Figure 3 : types de contamination alimentaire.

Figure 4 : Chaîne de la ferme à l'assiette pour la viande de volaille telle que généralement considérée par les études d'évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA).

Figure 5 : Micrographie réalisée par MET, Morphologie spiralée des *Campylobacters*. Photo tirée de Revez et al.

Figure 6 : Microphotographie de *Campylobacter jejuni* – microscope électronique à balayage
Source : UMR-INRA SECALIM n°1014 –grossissement X 4000.

Figure 7 : Physiopathologie du syndrome de Guillain-Barré.

Figure 8 : Profil d'un *C. jejuni* d'après une galerie d'identification biochimique API-CAMPY®.
© Pascal Fraperie (microbiologiemedicale.fr)

Figure 9 : Mécanismes de pathogénicité utilisés par *Campylobacter* pour traverser le tractus gastro-intestinal.

Figure 10 : Histogrammes(A) représente la consommation de la viande de poulet aux foyers.

Figure 11 : Histogramme (B)) représente la consommation de la viande de poulet à l'extérieur (restaurant ou livraison) dans la ville de Laghouat.

Figure 12 : Histogramme (A) représente le type de viande consommé dans la ville de Laghouat. Et histogramme (B) représente la fréquence de consommation de la viande de poulet dans la ville de Laghouat.

Figure 13 : Histogrammes (A) représente les affinités et les parties préférées lors de l'achat de la viande de poulet, Histogrammes (B) représente les quantités les plus probables consommées.

Figure 14 : Histogramme représente les habitudes de lavage des mains après avoir manipulé du poulet cru.

Figure 15 : Histogrammes (A) représente les habitudes de lavage de poulet avec l'utilisation des différentes combinaisons d'ingrédients, Histogramme(B) représente L'utilisation de planche à découper séparées.

Liste des abréviations

BPH/BPF : Bonnes pratiques d'Hygiène / Bonnes pratiques de fabrication

CE: Commission Européenne

FAO: Food and Agriculture Organization

ISO: International Organization for Standardization (or International Standard Organization)

OIE : Office International des Epizooties

OMC : Organisation Mondiale de Commerce

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

TIAC : Toxi-infection Alimentaire Collective

ERM : Evaluation des risques microbiologiques

EQRM : Evaluation quantitative des risques microbiologiques

mm : millimètre

pH : potentiel d'hydrogène

UFC/g : unité formant colonie par gramme

ml: millilitre

µm : micromètre

Aw : activite of water

CDT : cytolethadistendingtoxin

CDTA : cytolethadistendingtoxin A

CDTB : cytolethadistendingtoxin B

CDTC : cytolethadistendingtoxin C

EUCAST : European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing

CASFM : Colorado Association of Storm water and Flood plain Managers

Introduction générale

La sécurité sanitaire et la qualité des aliments sont des préoccupations fondamentales de santé publique. Les risques de contamination dans la chaîne alimentaire peuvent venir de sources diverses, notamment de résidus de produits agrochimiques ou de toxines naturelles. Outre les considérations importantes de santé publique, la contamination des aliments peut avoir des conséquences économiques extrêmement sérieuses et nuire au commerce international. Les maladies d'origine alimentaire sont généralement infectieuses ou toxiques par nature et provoquées par des bactéries, des virus, des parasites ou des substances chimiques qui pénètrent dans l'organisme par le biais d'aliments ou d'eau contaminée. Les agents pathogènes d'origine alimentaire (physique, chimique, ou source biologiques) peuvent provoquer des diarrhées graves ou des infections débilitantes, parmi les agents pathogènes d'origine alimentaire les plus courants qui touchent des millions de personnes chaque année et s'accompagnent de conséquences graves, voire mortelles. Fièvre, maux de tête, nausées, vomissements, douleurs abdominales et diarrhée en sont les symptômes. La maladie peut toucher un sujet isolé, un ou deux membres d'une même famille ou d'une même communauté, ou au contraire faire de nombreuses victimes. Selon les cas, les symptômes peuvent être bénins, avec une durée de quelques heures seulement, ou graves, s'étendant sur plusieurs jours, semaines ou mois et exigeant un traitement intensif. Les statistiques actuelles concernant ces maladies dans divers pays industrialisés montrent que jusqu'à **60%** des cas peuvent être la conséquence d'un manque de soin dans les techniques de manipulation des aliments ou d'une contamination des aliments(Delhalle et al., 2008).

Des risques sanitaires associés à des agents microbiologiques sont potentiellement présents dans de nombreux domaines de la vie courante et professionnelle. L'évaluation des risques microbiologiques (ERM) a été définie, par analogie avec l'évaluation du risque chimique, en une succession de quatre étapes (identification des dangers, caractérisation des dangers, estimation de l'exposition, caractérisation du risque)(Silva et al., 2011).

En santé humaine, *Campylobacter* est considéré comme la principale cause de maladies diarrhéiques et la cause bactérienne la plus fréquente de gastro-entérite dans le monde, provoquant à **14%** des diarrhées dans le monde. On estime que **2,5 millions** de la diarrhée dans le monde se produit chaque année, entraînant **13 000** hospitalisations et 124 décès(Messad et al., 2014) . L'infection à *Campylobacter jejuni* est l'une des infections les plus courantes identifiées les causes bactériennes de la gastro-entérite aiguë dans le monde.(Allos, 2001)

En Algérie très peu d'études traitent la prévalence et la concentration des *Campylobacter* dans la viande de poulet. Par conséquent, l'objectif de ce travail est de contribuer au développement d'un modèle d'évaluation des risques quantitative pour *Campylobacter* dans la phase de consommation. Cette étude vise à combler les connaissances de la variabilité des préférences d'achat des consommateurs, de la fréquence de consommation de la viande de poulet cru et des pratiques de contamination croisée lors de la manipulation crue de poulet dans la ville de Laghouat. A cette fin, un questionnaire a été conçu pour générer les paramètres nécessaires pour l'élaboration d'une évaluation quantitative des risques des *Campylobacters*. Ce travail fait partie d'une collaboration de recherche plus vaste en cours sur les contaminations croisées des *Campylobacters* dans la viande de poulet.

La démarche suivie s'articule donc autour des axes suivants : La présentation de la démarche à suivre pour établir une évaluation des risques, les *Campylobacters* et leurs rôles dans les intoxications alimentaires. Ensuite la partie Matériel et méthodes et enfin, les résultats et la discussion et nous ouvrirons la voie à des perspectives et des études ultérieures. Comment la contamination croisée est-elle transmise dans la viande de poulet crue et quelles sont les principales pratiques et sources qui augmentent le risque des maladies d'origine alimentaire à cause de *Campylobacter* ?

Synthèse Bibliographique

I.L'évaluation des risques

Il est nécessaire de bien distinguer les notions de danger et de risque avant d'aborder l'analyse de risque. Un **danger** est défini comme étant un agent physique, chimique ou biologique présent dans un aliment pouvant causer un effet néfaste sur la santé. Un **risque** se définit comme étant une fonction de la probabilité d'un effet néfaste sur la santé et de la gravité de cet effet, résultant d'un (ou plusieurs) danger(s) dans un aliment (**Codex Alimentarius Commission, 2007**). L'analyse de risque est définie comme une démarche scientifique établie dans le but d'identifier les dangers connus ou potentiels, d'en apprécier les risques, de les gérer et de communiquer à leur propos (**Ahl et al., 1993**). Toma et collaborateurs (1991) décrivent l'analyse de risque comme une manière d'organiser les informations disponibles sur un événement potentiel donné, de les traduire en probabilités en tenant compte d'hypothèses, de la variabilité et de l'incertitude, et d'en déduire logiquement des décisions. Elle cherche à quantifier à la fois la probabilité et l'ampleur de conséquences négatives pour les individus ou les populations à partir de dangers spécifiques(**Delhalle et al., 2008**).

2. L'évaluation de l'exposition dans ce contexte

L'analyse des risques est un processus qui comprend trois étapes, à savoir :

- **L'évaluation des risques** : l'évaluation scientifique et systématique des effets nocifs, connus ou potentiels, pour la santé.
- **La gestion des risques** : évaluation, sélection et mise en œuvre des différentes options possibles.
- **La communication sur les risques** : échange d'informations entre toutes les parties intéressées. (**Directrices, 2008**)

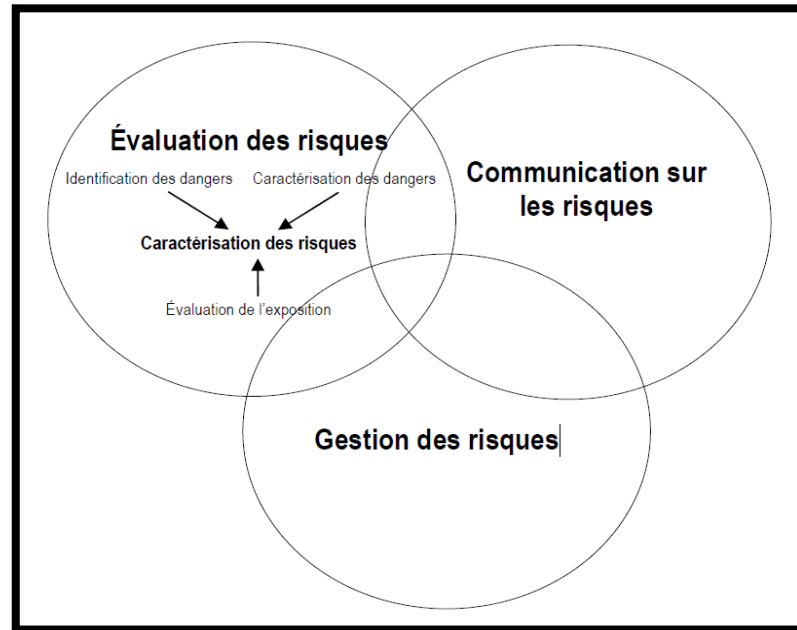


Figure 1 :

Représentation schématisée des composants d'une analyse des risques telle que définie par la Commission du Codex alimentarius. (FAO/OMS, 2009)

Même s'il importe de préserver une séparation fonctionnelle entre la gestion des risques et leur évaluation afin de permettre un processus d'évaluation des risques scientifique, objectif et qui ne soit pas influencé par des facteurs sociaux, économiques ou autres qui ont leur importance pour déterminer les options de gestion des risques appropriées, la nécessité d'une interaction entre les évaluateurs et les gestionnaires des risques est de plus en plus reconnue. L'une des fonctions les plus importantes de la gestion des risques pour l'évaluation des risques est l'élaboration d'un profil de risque. Ce dernier aide à prendre la décision appropriée quant à la suite à donner aux mesures provisoires et à l'allocation éventuelle de ressources en vue d'une évaluation scientifique plus détaillée (FAO/OMS, 2002c), et le cas échéant, la forme que cette évaluation doit prendre, c'est-à-dire qualitative, semi-quantitative ou quantitative. Un profil de risque comprend un volet de collecte systématique des informations nécessaires à la prise de décisions, et s'il relève de la responsabilité du gestionnaire des risques, il peut être délégué à des entités appropriées, dont les évaluateurs des risques. En général, le profil de risque prend la forme d'un document court, établi dans les délais impartis dépendant du temps dont dispose le gestionnaire des risques et de la nature du problème. Toutefois, il arrive que le profil de risque soit étendu à une évaluation préliminaire ou qualitative des risques – approche utilisée en Nouvelle-Zélande (ERS, 2003) et aux Pays-Bas, dans le projet CARMA (Bogaardt et coll., 2004) et dans ce cas, les personnes les plus appropriées pour mener cette tâche sont les évaluateurs

des risques. Cela peut permettre de déterminer la structure de l'évaluation des risques, de régler les questions de gestion des risques et d'évaluer la faisabilité d'une évaluation quantitative complète des risques. Le document de la Commission du Codex Alimentarius CAC/GL-30 (CAC, 1999) définit l'évaluation des risques associés aux dangers microbiologiques présents dans les aliments comme un processus à base scientifique constitué de quatre composantes, à savoir l'identification des dangers, l'évaluation de l'exposition, la caractérisation des dangers et la caractérisation des risques. (Figure 1) (CAC, 1999) .(Directrices, 2008)

3.Évaluation des risques microbiologique (ERM)

3.1 Généralités

Les gestionnaires des risques peuvent demander une ERM afin d'obtenir une évaluation objective et systématique des connaissances scientifiques pertinentes, afin de faciliter la prise de décisions éclairées. Le gestionnaire des risques devrait consulter le document intitulé Principes et lignes directrices pour la gestion des risques microbiologiques (CAC/GL-30, 1999). Il est important de s'assurer que les évaluateurs des risques disposent d'un mandat clair et que l'ERM réponde aux besoins du gestionnaire de risques. Il est également important que l'ERM soit correctement examinée par la communauté scientifique et, le cas échéant, le public. Les résultats de l'ERM devraient être communiqués de manière appropriée par les évaluateurs des risques afin que les gestionnaires des risques puissent les comprendre et en tirer profit dans le cadre de l'étude des différentes options de GRM afin de gérer les problèmes de sécurité sanitaire des denrées alimentaires. En général, cette présentation comportera deux volets : un rapport technique détaillé et un résumé interprétatif destiné à un plus vaste auditoire. Afin d'utiliser au mieux l'ERM, les gestionnaires devraient être pleinement informés de ses points forts et de ses limites (principales hypothèses et lacunes dans les données, incertitude et variabilité dans les données et influence de ces facteurs sur les résultats) et savoir apprécier dans la pratique le degré d'incertitude associé à l'étude de l'ERM et ses résultats. Les gestionnaires de risques devraient ensuite, de concert avec les évaluateurs de risques, déterminer si l'ERM permet l'élaboration et/ou l'évaluation et le choix des activités liées à la GRM ou le choix des options de GRM provisoires.(S.Mezhoud, 2009).

4. Concepts généraux de l'évaluation de risque microbiologique (ERM)

L'ERM a été élaborée historiquement, pour évaluer la sécurité sanitaire de l'eau de boissons et des aliments. C'est pourquoi des organisations comme la FAO (food and agriculture organization of the united nations) et l'OMS ont joué et jouent toujours un rôle central dans la définition et la standardisation des protocoles d'évaluation de ce type particulier de risque sanitaire. Ainsi, les principes de l'ERM sont clairement énoncés dans les directives émises par le codex alimentarius Council qui règlementent la qualité des aliments faisant l'objet d'échange internationaux. Elle y est définie comme une succession de quatre étapes :

- Identification des dangers (avec, en préalable, la formulation du problème)
- Caractérisation des dangers
- Estimation de l'exposition
- Caractérisation du risque, synthétisant les trois étapes précédentes.

Cette décomposition est inspirée de celle qui est appliquée à l'évaluation du risque chimique ,définie par le National Research Council (NRC, équivalent de l'Académie des sciences)des Etats-Unis en 1983.Afin d'être reconnues valides, les ERM doivent répondre à plusieurs critères de qualité tels qu'ils sont exposés au (**tableau 1**).Il apparait que la description des conditions de développement de l'agent pathogène dans le milieu d'exposition et l'étude des incertitudes sont des critères de validité.

Selon les objectifs affichés et les résultats escomptés, trois types d'ERM sont pratiquées :

- Qualitative
- Semi-quantitative
- quantitative (EQRM)(**tableau2**) .Ces types d'ERM diffèrent principalement par leurs objectifs et le mode de présentation des résultats.(**De giudici et al., 2013**)

4.1. Formulation du problème

Dans une ERM, l'énoncé du problème revêt une grande importance étant donné la complexité des phénomènes impliqués et les nombreuses interactions possibles entre les pathogènes, les matrices et les populations humaines à risque. La revue de ces différents

points permet de mieux formuler l'énoncé du problème et la méthodologie pertinente à développer (**tableau 3**). La formulation du problème aborde les mêmes aspects que dans le cas du risque chimique à l'exception de la transmission intra-population, spécifique au risque microbiologique(De giudici et al., 2013).

Tableau 1 : critères de qualité pour une évaluation des risques microbiologiques (ERM) (De giudici et al., 2013).

Principaux critères de qualité d'une ERM
Elle doit être basée sur les meilleures techniques ou connaissances disponibles et être présentée de manière transparente.
Les contraintes afférentes à l'ERM (coûts, ressources et temps nécessaire) doivent être clairement identifiées ainsi que leurs conséquences éventuelles.
Les objectifs de l'ERM ainsi que la forme et le mode d'expression attendus de l'estimation du risque doivent être indiqués.
Les considérations relatives à la croissance, à la survie et à la mort des micro-organismes dans la nourriture, celles qui sont relatives aux interactions complexes entre l'agent et l'organisme humain ayant consommé la nourriture contaminée et les possibilités de dissémination ultérieure de la maladie doivent être spécifiques aux agents incriminés.
Les données prises en compte doivent pouvoir donner lieu à une étude des incertitudes associées à l'estimation du risque et leur qualité doit être telle que ces incertitudes soient minimisées.
L'ERM doit être conduite suivant les quatre étapes d'identification des dangers, de caractérisation des dangers, d'estimation des expositions et de caractérisation du risque.

Tableau 2 : Présentation des différents types d'évaluations des risques microbiologiques (ERM). (De giudici et *al.*, 2013)

Type d'ERM	Caractéristiques
ERM qualitative	<ul style="list-style-type: none">- Résultats présentés sous une forme descriptive ou catégorielle (risque de niveau élevé, moyen, modéré, négligeable, etc.).- Outil généralement suffisant d'aide à la décision.- C'est le type d'ERM le plus souvent pratiqué
ERM semi-quantitative	<ul style="list-style-type: none">- Permet la hiérarchisation d'un grand nombre de risques sans passer par les calculs numériques fastidieux d'une évaluation quantitative du risque microbiologique (EQRM).- Approche privilégiée pour classer/hiérarchiser les actions de réduction des risques, pour les décisions relatives aux ressources (financement, ressources humaines, etc.) et aux actions.
ERM quantitative (EQRM)	<ul style="list-style-type: none">- Approche quantitative pour combiner d'une part la probabilité d'un aléa sanitaire, et d'autre part, la gravité de cet aléa.- Étapes cruciales : construction du modèle dose-réponse et estimation des expositions qui sont toutes deux marquées par un caractère aléatoire et une variabilité inhérente à la nature biologique des phénomènes en jeu.

Tableau 3 : Formulation du problème dans une évaluation des risques microbiologiques (ERM). (De giudici et al., 2013).

Contenu à formuler
1. Agents pathogènes pertinents et données écologiques associées.
2. Voies, médias et matrices potentiels d'exposition.
3. Influence des différentes matrices sur l'action délétère des agents pathogènes.
4. Caractéristiques de chaque agent pathogène ayant une incidence sur son aptitude à causer une maladie chez l'hôte (endotoxines, exotoxines, pouvoir allergène, infectiosité, pathogénicité, virulence, etc.).
5. Gravité des effets adverses sur la santé (bénins, entraînant une hospitalisation, avec séquelles à long terme, potentiellement mortels, etc.).
6. Caractérisation de la population cible, ou « à risque » (population professionnelle ou générale, classes d'âges, conditions socio-économiques, etc.).
7. Caractéristiques de la population exposée susceptibles d'influencer sa sensibilité aux pathogènes (âge, état immunitaire, maladie concurrente, traitement médical, patrimoine génétique, grossesse, état nutritionnel, statut social, caractéristiques comportementales, etc.).
8. Fréquence d'apparition de maladies suite à l'infection.
9. Voies potentielles de transmission intra-populations.

4.2. L'identification des dangers : est un processus qualitatif dont l'objectif est l'identification des dangers microbiens dont la présence dans les aliments est préoccupante. Il peut s'agir d'agents infectieux ou de toxines produits par des microorganismes. Dans le cas de nouveaux dangers microbiologiques, leur identification doit être menée de façon complète. Pour ceux qui sont bien connus, cette étape est directe et peut être simple si un profil de risque, a été établi dans le cadre du processus de gestion. De la même manière, les

relations entre les dangers microbiologiques et certains groupes à haut risque de la population peuvent être mises au jour lors de la phase d'identification des dangers.(Directrices, 2008).

4.3. L'évaluation de l'exposition : Le but de l'étape d'évaluation des expositions est d'estimer les concentrations et les doses d'expositions aux agents pathogènes. L'approche utilisée est principalement basée sur la mesure : mesure dans les milieux environnementaux, mesure chez l'hôte-récepteur. Compte tenu des limites liées à la métrologie, il peut également être fait recours à la modélisation, en s'appuyant sur les données de la microbiologie prédictive.(Ineris, 2001)

4.4. La caractérisation des dangers : établit une description des effets nocifs que peuvent impliquer l'ingestion d'un microorganisme, ainsi qu'une relation dose-réponse si les données sont disponibles. Des directives détaillées sont disponibles sur la caractérisation des dangers (FAO/OMS, 2003).(Directrices, 2008)

4.5. Caractérisation du risque : il y a une grande incertitude associée au modèle actuel, principalement du fait du manque d'informations sur l'impact de la cuisson insuffisante et de la contamination croisée sur l'exposition des consommateurs aux *campylobacters*. La consultation d'experts ne peut pas prévoir que cette incertitude pourrait être considérablement réduite dans un future proche. Cependant, malgré cette situation, la consultation d'experts a noté que le modèle pourrait être appliqué afin d'explorer la sensibilité des estimations relatives au risque à divers autres modèles et paramètres plausibles. De plus, un nombre d'informations contextuelles aussi important que possible sur l'incertitude et son implication devraient être fournies aux gestionnaires des risques ainsi qu'aux chercheurs dans ce domaine de manière à ce qu'on puisse s'intéresser à la manière dont cette incertitude peut être réduite.(Francis et al., 2003)

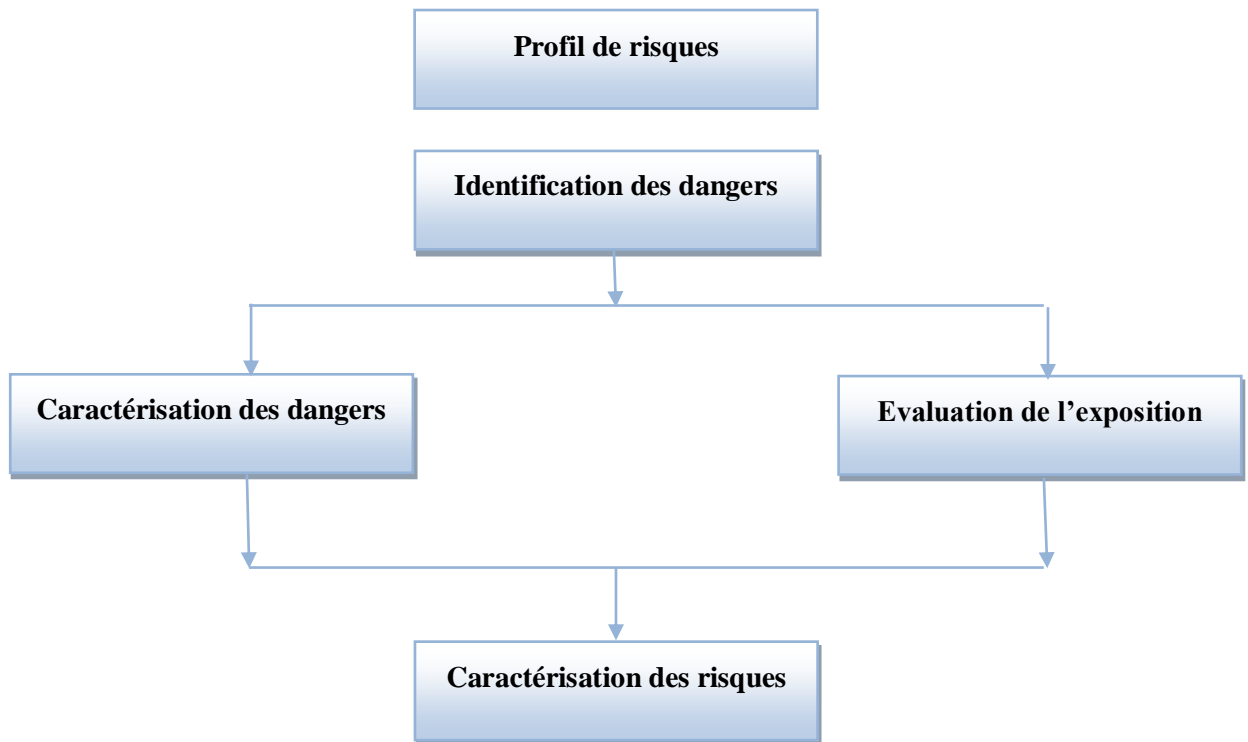


Figure 2 : Composantes d'une évaluation des risques microbiologiques (CAC,1999)
(Directrices,2008).

II. Contamination

1. Contamination alimentaire

La contamination des aliments se rapporte à la présence de microorganismes et de produits chimiques nocifs dans les aliments qui peuvent entraîner des maladies chez les consommateurs. Cette étude traite de la contamination des aliments, qui se trouve sous la rubrique des maladies d'origine alimentaire. L'impact des contaminants sur la santé des clients n'est souvent apparent qu'après de nombreuses années de traitement. Soixante-dix pour cent de tous les cas de diarrhée chez les enfants peuvent être reconnus par la contamination alimentaire (**Usfar et coll., 2010**). Les contaminants présents dans les aliments ne sont souvent pas affectés par le traitement thermique (contrairement à la plupart des agents microbiologiques). Les contaminants peuvent être classés selon la source de contamination et le mécanisme par lequel ils pénètrent dans le produit alimentaire. La contamination des aliments est un problème grave qui touche de nombreux consommateurs à travers le monde. Bien qu'il y ait des efforts les contenant non couverts utilisés, l'hygiène personnelle des préposés à la manipulation des aliments qui cuisinent dans des huiles usées (**Gavaravarapuetal., 2009**). La sécurité alimentaire repose sur de nombreux principes mutuels qui exigent que les opérateurs et leur personnel suivent pour créer et fournir des aliments dans la méthode la plus sûre. Il explique également qu'il faut créer une culture des exigences de sécurité alimentaire, le but de la science la plus excellente avec les meilleurs systèmes de supervision et de communication, ainsi que des messages rapides et continus sur la sécurité alimentaire utilisant de nombreux médias (**Powell et al., 2011**). Une personne doit vérifier que les aliments n'étaient pas sûrs, qu'elle était malade et que la nourriture non salubre était la source la plus importante de la mauvaise santé. Le facteur maléfique doit avoir souffert des symptômes de la maladie causée par la contamination alimentaire. La contamination des aliments est un problème grave qui pourrait affecter la vie de millions de personnes. Par la suite, l'État a élaboré diverses dispositions juridiques pour protéger les consommateurs. Bien que l'État travaille sur les principes similaires, ces dispositions juridiques peuvent varier d'un pays à l'autre. La loi garantit que le consommateur est indemnisé si le contrevenant est jugé responsable. Ibrahim et al. (2011) ont mené des recherches sur l'évaluation de la sensibilisation et de la pratique de la sécurité alimentaire et de la propreté.

Les aliments crus ou transformés conçus pour la consommation humaine, y compris toute matière comme la gomme à mâcher, sont utilisés dans la préparation. Il ne faut pas trop

insister sur l'importance des aliments (Codex, 1991). Le phénomène de la sécurité alimentaire a été défini par la FAO comme suit : « La sécurité alimentaire existe lorsque toutes les personnes ont un accès social, économique et physique à tout moment à des aliments sûrs, suffisants et nutritifs qui répondent à leurs préférences alimentaires et à leurs besoins alimentaires pour une vie saine et active » (FAO, 2008a). Les aliments peuvent être contaminés par des produits chimiques, des microbes, des insectes, des rongeurs ou d'autres particules étrangères. L'assemblage des microbes n'est pas mécaniquement mauvais. De nombreux nouveaux produits alimentaires peuvent être générés par l'ajout de microbes aux aliments. Nous pouvons dire que les pommes cuites au four sont gâtées si le jus d'une tarte aux pêches coule de la grille ci-dessus. Heureusement, les pommes cuites au four sont encore sans danger de manger à moins que vous avez été affecté par les pêches. Les pommes cuites au four ne sont plus pures si elles sont infectées par le jus de pêche. Les aliments peuvent être simplement impurs, mais pas nocifs ou malsains. Dans la contamination, ce nombre est peu probable ou prévu. Le matériel supplémentaire ne peut pas causer d'inconvénients. La température augmente la fréquence des microbes et les modèles de leurs maladies alimentaires correspondantes. Ces changements ont un effet sur l'écologie microbienne et la croissance, la physiologie animale et végétale et la sensibilité des hôtes, qui pourraient tous avoir un impact sur les maladies d'origine alimentaire (FAO, 2008b)(Kamala & Kumar, 2018).

2. Types de contamination des aliments

Il existe trois principales sources de contamination des aliments, à savoir : physique, chimique ou bien une source biologique(fig. 5)(Kamala & Kumar, 2018).

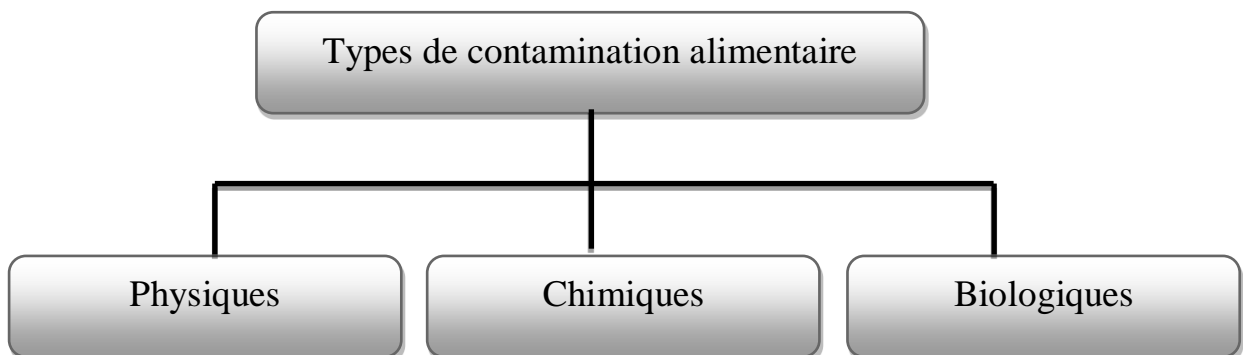


Figure 3 : types de contamination alimentaire.(Kamala & Kumar, 2018)

3. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

Sont fréquentes et parfois graves. Elles représentent un véritable problème de santé publique et sont, de ce fait, incluses parmi les maladies transmissibles à déclaration obligatoire. Un foyer de TIAC est défini par l'apparition d'au moins deux cas d'une symptomatologie, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. La surveillance, le contrôle et la prévention des TIAC nécessitent une collaboration étroite entre les médecins, les vétérinaires, les épidémiologistes et les professionnels de la restauration collective et du secteur agro-alimentaire (amat rose et al, 2011).

« Lorsque des bactéries pathogènes, pénètrent dans l'approvisionnement en nourriture et en eau, elles peuvent causer des maladies d'origine alimentaire et même la mort. Les bactéries de détérioration peuvent causer des aliments à l'odeur et le goût mauvais. Ces bactéries peuvent être nuisibles, mais ne causeront probablement pas de maladie. Les bactéries pathogènes sont plus graves parce qu'elles ne font généralement pas l'odeur des aliments ou le goût mauvais, mais ils peuvent conduire à la maladie » (Kamala & Kumar, 2018).

Tableau 4 : Quelques principales maladies bactériennes et virales transmis à l'homme par l'alimentation.(Kamala & Kumar, 2018).

Bactérie	Maladie bactérienne
<i>C. jejuni</i>	Campylobactériose
<i>Enterobacteriaceae</i>	Maladie entérique
<i>L. monocytogenes</i>	Listériose
<i>Salmonella spp.</i>	Salmonellose
<i>Salmonella typhi</i>	La fièvre typhoïde
<i>Shigelladysenteriae</i>	Dysenterie
<i>Vibrio cholerae</i>	Choléra

4. Contamination pendant le stockage et le transport

Les bactéries qui causent les intoxications alimentaires se développent et se multiplient uniquement sur le danger de la température zone comprise entre 5°C et 60°C, 36°C et 38°C (autour de la température de l'homme corps). Et lorsque la température dépasse 60°C presque tous les germes provoquent une intoxication alimentaire sont tués. Tant que les germes restent vivants en dessous de 5°C, ils ne peuvent pas se multiplier et se développer. En ordre pour minimiser la croissance et la multiplication de ces bactéries, les aliments doivent être stockés hors de cette zone dangereuse de température. Les bactéries ne peuvent pas se développer dans certains aliments comme les farines, les céréales, les produits, épices, sauces, sucre et aliments en conserve non ouverts. Mais s'ils sont entreposés pendant de plus longues périodes, leur qualité peut être affectée et les parasites sont le principal facteur perturbateur dans une telle nourriture. Lorsque les aliments en conserve à haute teneur en eau sont conservés pendant de plus longues période sous lorsque leurs boîtes sont endommagées ou cassées pendant le stockage, pendant la production ou le transport une contamination bactérienne peut avoir lieu (Godfray *et al*, 2010).

5. Procédures de manipulation inappropriées

Une fois que la nourriture est avariée, une manipulation inappropriée peut permettre aux micro-organismes de se répliquer et de provoquer maladie après avoir mangé. Les procédures de manipulation inappropriées sont divisées en trois groupes.

- ✚ Abus de temps et de température
- ✚ Mauvaise hygiène personnelle
- ✚ Contamination croisée (Kamala & Kumar, 2018).

5.1. Abus de température et de temps

Les aliments qui présentent un risque de contamination doivent être conservés au chaud ou au froid pendant le stockage, la préparation, La détention, le transport et le service. Aliments mal frais, Les origines des maladies d'origine alimentaire sont l'échec. Entre 4°C et 60°C, la plupart des agents pathogènes se reproduisent rapidement. Cette plage de température peut être appelée la zone de danger de température. Surtout, les unités de réfrigération devraient ci-dessous 4°C (40°F) et les unités de chauffage peuvent être à 60°C. Le temps total pour les aliments consommables n'est pas dépassant 2h, après cela, il peut

s'agir d'une zone dangereuse. Ce temps comprend le temps de mélange dans la pièce température, temps de repos avant le service du repas. **(Kamala & Kumar, 2018)**.

5.2. Mauvaise hygiène personnelle

L'industrie alimentaire travaille dur pour donner des aliments surs et il est aussi exempt de contaminants que possible. L'industrie alimentaire lutte pour sauver les clients des contaminations pendant la production, la croissance et la transformation des aliments. Les clients et les manipulateurs d'aliments sont parmi les plus causes importantes de l'insécurité alimentaire. Les sources de contamination humaine comprennent les mains, les cheveux, plaies, haleine, toux non protégée, transpiration et éternuements. **(Kamala & Kumar, 2018)**.

5.3. Contamination croisée

La transmission des microbes des aliments crus, des surfaces impures ou des ustensiles impurs aux les aliments cuits, les surfaces propres ou les ustensiles propres sont communément appelés contamination croisée.

Les aliments crus, lorsqu'ils ne sont pas correctement stockés dans un endroit séparé, peuvent contaminer les aliments cuits. Ou les articles RTE. Dans le cas où il est nécessaire de stocker des aliments crus et cuits au même endroit, Ensuite, les aliments crus doivent être placés dans les étagères ci-dessous dans le réfrigérateur et les aliments cuits doivent être rangés dans les étagères ci-dessus. De cette façon, le liquide qui s'écoule de la nourriture crue peut être évitée. Pendant le stockage, les aliments doivent être correctement recouverts d'un film ou une feuille de plastique ou le couvercle du récipient doit être bien ajusté **(Conseil, 2008)**. Les aliments périssables sont généralement conservés au réfrigérateur pour le stockage. Quelques légumes frais et les fruits, cependant, peuvent être conservés hors du réfrigérateur à une température particulièrement fraîche. La réfrigération des aliments peut réduire le taux de détérioration des aliments. A basse température, le taux des changements chimiques qui se produisent dans les aliments et la croissance des microbes ralentir **(Zealand, 2004)**. En savoir plus sur ce texte source Vous devez indiquer le texte source pour obtenir des informations supplémentaires. **(Randhawa et al., 2018)**

5.4. Consommateurs négligents

Toutes les principales causes de contamination des aliments sont liées à des manipulateurs d'aliments et des consommateurs négligents. En conséquence, les personnes qui mangent de la nourriture avariée tombent malades. Il est important de garder à l'esprit que les agents pathogènes peuvent rendre les gens malades bien avant que les aliments ne confirment les signes de contamination. Les aliments mal manipulés peuvent causer des maladies d'origine alimentaire. La principale cause de troubles liés à l'alimentation les maladies sont des consommateurs et des manipulateurs d'aliments qui sont négligents (**Kamala & Kumar, 2018**).

6. Viande de volailles

Les volailles vivantes, y compris les poulets de chair, les poules pondeuses, les dindes et les canards, sont souvent colonisées par un grand nombre de *Campylobacter* sans l'animal montrant des signes de maladie clinique. Les niveaux de colonisation dans l'intestin grêle, en particulier dans le caecum, varient de log 5 à plus de log 9 UFC/g (**Berndtson et al, 1992 ; Mead et coll., 1995 ; Rosenquist et al., 2006**). Les oiseaux colonisés entrent dans l'abattoir avec de grands nombre de *Campylobacter* sur leurs plumes et leur peau, ainsi que dans leur tractus intestinal, et *Campylobacter* par conséquent peuvent être trouvés tout au long du processus d'abattage. Cela conduit également à la contamination de l'équipement, les surfaces de travail, l'eau de traitement et l'air. Les grandes quantités d'eau utilisées pendant la volaille la transformation contribuent à la propagation et à la survie des *Campylobacter* et compliquent le contrôle en usine (**Berndtson et al., 1992 ; EFSA, 2005 ; NACMCF, 1994**). L'échaudage des oiseaux, qui est nécessaire pour faciliter le plumage, se produit généralement à une température de l'eau comprise entre 50 et 60°C pendant plusieurs minutes. À des températures plus élevées, une plus grande réduction thermique des nombres de *Campylobacter* peut se produire, mais plus la température brûlante affecte également la surface de la peau dans de telle sorte que les bactéries s'attachent plus fermement à la peau. Lors du plumage et de l'éviscération, la fuite du contenu intestinal contribue presque inévitablement à la contamination des carcasses. Les prochaines étapes de lavage et de refroidissement ont tendance à réduire les bactéries compte à nouveau, mais ils n'éliminent pas complètement la contamination. Le refroidissement par air a été suggéré pour être plus efficace que le refroidissement à l'eau en raison de la effets desséchants, mais la structure de la peau de volaille, contrairement à la peau de porc, il est beaucoup plus difficile de sécher

complètement, même après un refroidissement prolongé (Bryan et Doyle, 1995; EFSA, 2005 ; Oosterom et al , 1983) in (Reitsma et al, 2008).

7. Chaîne de volaille de la ferme à la fourche

Une représentation graphique de la chaîne de la ferme à la fourchette pour les produits de viande de volaille examinés par les études de l'ÉQRM de la présente revue sont illustrées à la figure 8. Il a été démontré qu'elles sont communes à toutes les régions géographiques considérées dans les études recueillies. La chaîne de la ferme à la fourchette de la volaille comprend quelques étapes Clés : la ferme, l'abattage et la transformation, la vente au détail et le consommateur. Une brève description de chaque étape est donnée ci-dessous.(Khalid et al., 2020)

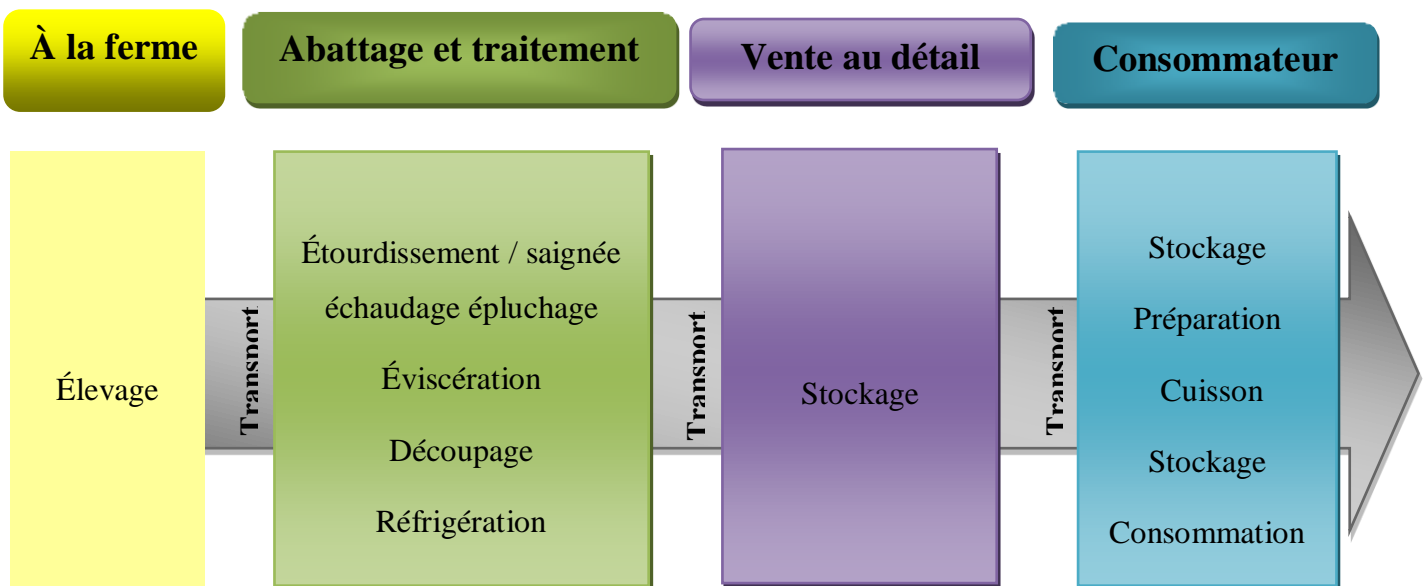


Figure 4 : Chaîne de la ferme à l'assiette pour la viande de volaille telle que généralement considérée par les études d'évaluation quantitative des risques microbiens (QMRA). Les étapes entre parenthèses sont facultatives mais envisagées par certains auteurs.(Khalid et al., 2020)

III. Bactéries du genre *Campylobacter*

Campylobacter est un genre bactérien dont certaines espèces, majoritairement *Campylobacter jejuni*, causent des gastro-entérites chez les humains. Une infection par ce microorganisme provoque de sévères crampes abdominales et des diarrhées aiguës. Dans de rares cas, des complications comme l'arthrite ou l'apparition de maladies auto-immunes telles que le symptôme de Guillain-Barré peut avoir lieu (Keithlin et al., 2014). Cet agent pathogène zoonotique cause des infections qui seraient principalement dues à un manque d'hygiène et une mauvaise salubrité entourant la manipulation des viandes, souvent reliée à une contamination croisée des aliments. En effet, les animaux de la ferme comme les poulets, les porcs, les dindes, les vaches ou encore les moutons peuvent être porteurs asymptomatiques de populations importantes de *Campylobacter* dans leur tractus intestinal. Suite aux processus d'abattage, les poulets et les dindons en particulier pourront présenter des concentrations importantes de *Campylobacter* sur leur carcasse (Bily et al., 2010 ; Chokboonmongkol et al., 2013 ; Hansson et al., 2015) tandis que cette contamination est moins importante sur les carcasses des autres animaux (Abley et al., 2012 ; Bohaychuk et al., 2011) étant donné les différents processus d'abattage et de refroidissement des carcasses. Les animaux de la ferme ne sont pas contaminés à leur naissance ; ils se contaminent dans l'environnement de la ferme ou lors d'un contact avec d'autres animaux porteurs. *Campylobacter* représente un fardeau important en santé publique en ce qui a trait aux infections d'origine alimentaire et engendrerait des coûts importants (Sheerin et al., 2014). Les organisations de santé publique, surtout dans les pays développés, mettent en place des systèmes de surveillance permettant d'estimer le risque d'infection. Parallèlement, de bonnes pratiques sont instaurées au niveau des fermes, des industries agroalimentaires (Muellner et al., 2013 ; Umaraw et al., 2015) et dans la vente au détail (Stern et al., 2003) afin de limiter les contaminations de *Campylobacter* dans les aliments. Même si *Campylobacter* est un microorganisme micro aérophile ayant une croissance optimale à de hautes températures, il est connu pour sa capacité à survivre de longues périodes dans l'environnement et plus particulièrement dans l'eau (Cools et al., 2003) où certaines souches pourraient survivre jusqu'à 64 jours. Cette survie est souvent caractérisée par un état viable non cultivable qu'adopte *Campylobacter*, ce qui pourrait expliquer pourquoi sa présence dans l'eau environnementale ainsi que l'implication de l'eau dans sa transmission sont moins rapportés. L'eau environnementale contaminée à *Campylobacter* pourrait avoir un impact

direct sur les infections humaines, ou encore indirect en étant une source d'infection pour les animaux de la ferme. (Gosselin & Théberge, 2015)

2. Taxonomie

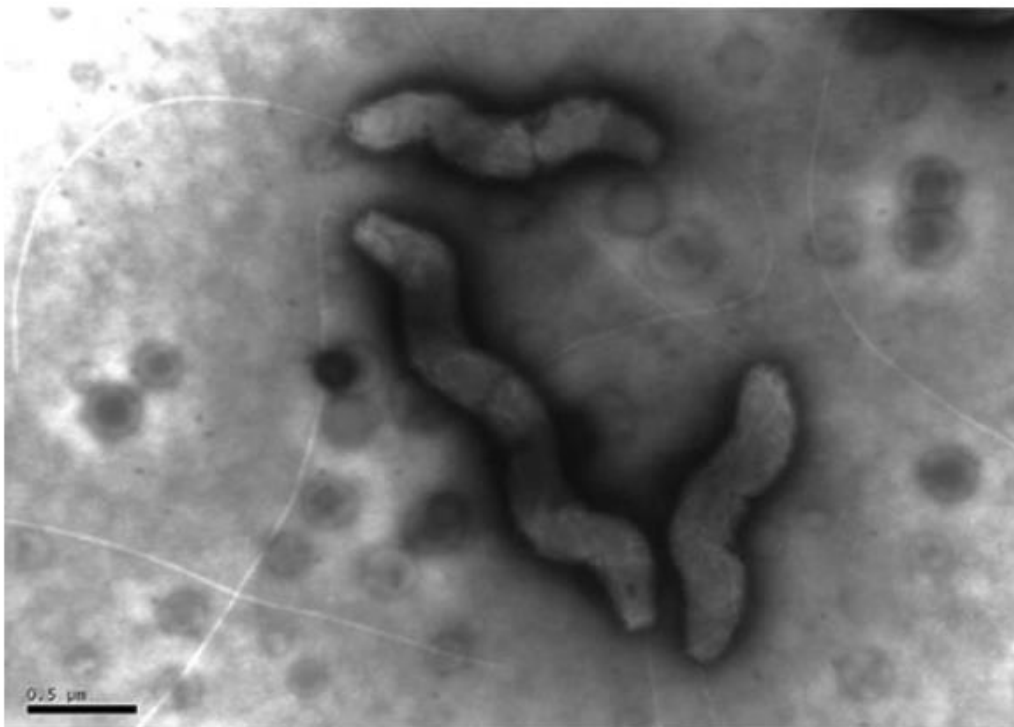
La taxonomie du genre *Campylobacter* a largement évolué au fil des années surtout grâce à la possibilité d'isolement en culture ainsi qu'au développement des méthodes de classification. Ces bactéries font partie du règne des eubactéries, de la classe des, de l'ordre des campylobactérales. À l'intérieur de ce dernier se trouve la protéobactéries famille des Helicobacteraceae (dont le représentant le plus connu en pathologie humaine est *Helicobacter pylori*), des Hydrogenimonaceae et des Campylobacteraceae. La famille des Campylobacteraceae compte trois genres : Arcobacter, *Campylobacter* et Sulfurospirillum. Le genre *Campylobacter* compte, à l'heure actuelle, 34 espèces (48 en incluant les sous-espèces). On en dénombrait 26 en 2005. (Fabre, 2016)

Campylobacter est un bacille Gram négatif ayant une forme particulière spiralée au microscope. La structure fine et recourbée de *Campylobacter* mesure entre 1 µm et 8 µm de diamètre (Couture, 1997). Cette structure ainsi que la présence d'un flagelle à l'une des deux extrémités polaires confèrent à *Campylobacter* une forte mobilité, qui est d'ailleurs un excellent indice au microscope lors de l'identification (Couture, 1997). Ces bactéries peuvent adopter une forme plus coccoïde de plus ou moins 0.5 micron de diamètre après quelques jours passés en culture (Tholozan et al., 1999); ce changement de structure serait associé au stade viable non cultivable (VBNC) de *Campylobacter*. Ce microorganisme ne produit pas de spore et possède parfois une capsule (Garénaux et al., 2008). *Campylobacter* est considéré comme une bactérie microaérophile, car sa croissance est optimale dans un environnement pauvre en oxygène (5 à 10 % O₂) (Carlone et Lascelles, 1982). Un environnement riche en oxygène cause l'accumulation de peroxydes dans la cellule, inhibant ainsi la croissance de *Campylobacter*. Cette bactérie est aussi considérée comme capnophile, car elle requiert un environnement enrichi en dioxyde de carbone pour croître (généralement 10 % de CO₂) (Carlone et Lascelles, 1982). Dans un laboratoire de microbiologie typique, les conditions atmosphériques appropriées pour la culture de ce microorganisme sont 5 % O₂, 10 % CO₂ et 85 % N₂. *Campylobacter* est mésophile, car toutes les espèces du genre peuvent croître à 37°C. Les températures de prolifération se situent généralement entre 30 et 45°C (Couture, 1997). Afin d'isoler les *Campylobacter* thermotolérants pathogènes pour l'homme et certains animaux en laboratoire, on utilise généralement une température

d'incubation de 42°C. Bien que *Campylobacter* soit considéré comme un microorganisme préférant les environnements de pH neutre, il semble résister davantage dans des conditions acides que dans des conditions basiques. Sa zone de pH optimale se situe entre 6.5 et 7.5 (Garénaux et al., 2008). *Campylobacter* possède une faible halotolérance, car sa croissance est inhibée par le sel à partir d'une concentration de 1.5 % (Doyle et Roman, 1982). Sur gélose, les colonies prennent entre 24 et 48 heures pour se former et peuvent adopter 3 aspects différents. L'aspect lisse montre des colonies rondes, élevées et convexes avec un diamètre relativement petit (1 à 2 mm), brillantes avec des contours réguliers bien définis et pouvant montrer des reflets métalliques lorsque la maturité est atteinte (Couture, 1997). L'aspect rugueux montre des colonies qui sont plus étendues, plates, grises et parfois granuleuses et transparentes avec un contour irrégulier. L'aspect dit « verre frité » présente des colonies avec des diamètres plus petits que 1 mm, rondes, élevées et translucides reflétant la lumière (Couture, 1997; Garénaux et al., 2008). (Gosselin & Théberge, 2015)

Figure 5 : Micrographie réalisée par MET, Morphologie spiralée des *Campylobacters*

Photo tirée de Revez et al (Fabre, 2016).



3. Conditions de culture

Leur croissance est favorisée dans une atmosphère appauvrie en oxygène où la pression partielle en O₂ est de 3-5%, en CO₂ de 5-10% et en N₂ de 85% (conditions micro aérophiles) bien que certaines espèces soient anaérobies strictes. La totalité des espèces se multiplient à 37°C mais certaines espèces dites thermo tolérantes ont une température optimale de croissance de 40-42°C (*C. jejuni*, *C. coli*). La culture sur milieux sélectifs est la méthode la plus utilisée pour isoler les *Campylobacter* à partir de prélèvements de selles. Les milieux au charbon actif (Karmali) ou au sang (Campylosel®, Skirrow, Butzler) contiennent des antibiotiques et antifongiques capables d'inhiber la croissance de cocci à gram positif, d'entérobactéries et de nombreux micro-organismes fongiques. La culture par la méthode de filtration utilise la mobilité et la petite taille des *Campylobacter* par rapport aux autres bactéries pour les isoler à l'aide de filtres calibrés sur milieux non sélectifs. La culture donne des petites colonies luisantes, translucides, étalées, oxydase et catalase positives. **(Fabre, 2016)**

4. Modes de transmission

4.1. Réservoir

La campylobactériose est une zoonose dont le principal réservoir est le tube digestif des oiseaux sauvages ou domestiques notamment des volailles. Les *Campylobacters* sont peu pathogènes pour les animaux et peuvent donc faire partie de leur flore commensale normale. D'autres animaux peuvent contribuer à leur diffusion comme les ovins et bovins voire les animaux de compagnie (chiens, chats). *C. jejuni* est essentiellement retrouvé chez les oiseaux tandis que *C. coli* colonise plus spécifiquement le tube digestif du porc. Des espèces plus rares telles *C. lari* ou *C. upsaliensis* seront retrouvées respectivement chez la mouette ou le chien. **(Lehours .P et al, 2015)**

4.2. Transmission

La transmission humaine se fait essentiellement indirectement par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés. Le rôle de la viande de volaille soit consommé notamment crue ou peu cuite, soit par contamination croisée est largement établi et constituerait la principale cause de cas sporadiques. Dans ce second cas, le comptage est lié, en partie, aux carcasses souillées au niveau de la peau, qui, au contact d'autres aliments consommés crus peuvent contaminer le consommateur. Des épidémies familiales, via la consommation de lait non pasteurisé,

peuvent survenir ainsi que de plus grandes épidémies, par ingestion d'eau, en cas de défaut de chloration du réseau d'adduction d'eau notamment. Une transmission directe peut survenir via des animaux contaminés. Le contact avec des animaux de compagnie, ou via un environnement contaminé par des déjections d'oiseaux ou d'animaux dans des lieux récréatifs existe et concerne surtout les enfants. La transmission interhumaine, plus rare, est possible et peut concerner les collectivités ou des environnements ou populations à conditions d'hygiène précaires. (Lehours et al, 2015)

4.3. Incidence

L'incidence des infections à *Campylobacter* est mal connue et est probablement largement sous-estimée. Elles constituent la principale cause de gastro-entérite d'origine bactérienne dans le monde devant les salmonelles. (Lehours et al, 2015)

5. *Campylobacter jejuni* et les campylobactérioses (Identification du danger)

5.1. Description du danger

C. jejuni est une bactérie mobile, micro aérophile, zoonotique et thermophile considéré comme la principale cause de contamination bactérienne d'origine alimentaire dans le monde gastro-entérite (Taheri et al., 2019). C'est un membre du genre *Campylobacter* avec flagelles polaires et morphologie hélicoïdale qui est utilisé pour mouvement à travers des solutions visqueuses, y compris la couche de mucus de la tractus gastro-intestinal (Lertsethtakarn et al., 2011). *C. jejuni* est le principal agent pathogène entérique qui présente d'importantes dissemblances de souche à souche dans leurs schémas de pathogénicité (Hofreuter et al., 2006). *C. jejuni* est la principale espèce qui ont causé des infections que les autres *Campylobacter* pathogènes (Liu et al., 2017) ainsi que les principales espèces de *Campylobacter* qui provoquent régulièrement des diarrhées chez l'homme (Epps et al., 2013). Infections causées par *C. jejuni* peut se développer en diverses sévérités telles que légères et diarrhée spontanément résolutive à la colite hémorragique et parfois à la méningite et bactériémie (Burnham et Hendrixson, 2018 ; Dasti et al., 2010).

Les infections à *C. jejuni* sont également associées à de nombreuses complications secondaires telles que la neuropathie auto-immune (Liu et al., 2018) et la maladie inflammatoire de l'intestin (MICI) (Drenthen et al., 2011 ; Loshaj-Shala et al., 2015). *C.*

jejuni est la principale espèce de *Campylobacter* qui cause la maladie chez les jeunes (Haddock et al., 2010). Les infections à *C.jejuni* peuvent survenir via diverses voies telles que par contact direct avec des animaux de compagnie et d'élevage ou par transmission hydrique ou alimentaire (Dominguesetal., 2012). *C. jejuni* est une bactérie commensale des poulets qui habitent les intestins de poulet à un niveau >10⁶–10⁸ CFU/g de fèces de poulet (Ohetal., 2018) et les poulets sont le principal vecteur de la campylobactériose humaine (Hartley-Tassell et al., 2018). *C. jejuni* se compose de deux sous-espèces ; *C. jejuni* subsp. *Jejuni* (Cjj) et *C. jejuni* subsp. *doyley* (Cjd) (Homme,2011). La principale caractéristique phénotypique généralement utilisée pour différencier de la souche Cjd est l'incapacité de *C. jejuni* subsp. *doyley* pour réduire les nitrates et aussi, Cjd est également associée à une sensibilité élevée à la céphalothine.(Igwaran& Okoh, 2019)



Figure 6 : Microphotographie de *Campylobacter jejuni* – microscope électronique à balayage Source : UMR-INRA SECALIM n°1014 –grossissement X 4000 (Francis et al., 2003).

Tableau 5 : Répartition des espèces de *Campylobacterspp.* Isolés dans les entérites humaines. Enquête EPICOP* 1999-2000 (Afssa,2003).

Espèce	Nombre de souches	Pourcentage %
<i>C. jejuni</i>	73	89,0
<i>C. coli</i>	8	9,8
<i>C. upsaliensis</i>	1	1,2

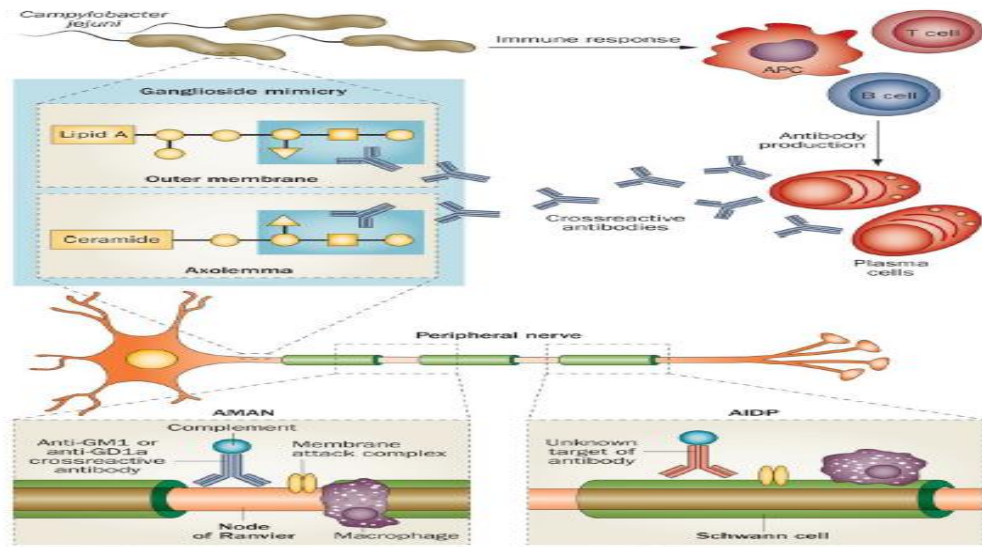
*Enquête réalisée par un réseau de laboratoires d'Analyses de Biologie Médicale.

6. Eléments dose-réponse et facteurs de risques

Des études sur l'alimentation humaine suggèrent que 800 organismes *C. jejuni* sont nécessaires pour provoquer une maladie chez des individus en bonne santé, tandis que 400 à 500 bactéries peuvent provoquer une maladie chez des individus plus sensibles (par exemple, les jeunes enfants, les personnes âgées, les patients immunodéprimés). 49,50 Environ 200 décès annuels surviennent aux États-Unis à la suite d'infections à *C. jejuni*, principalement dues à la septicémie chez les patients immunodéprimés. 51 La gravité de l'infection dépend de la souche de *C. jejuni* ainsi que des caractéristiques de l'hôte. 52,53 La diarrhée aqueuse survient généralement chez les personnes dans les pays en développement à la suite d'une infection à *C. jejuni*, tandis que les personnes dans les pays développés ont généralement une diarrhée sanglante avec fièvre. Cette dichotomie résulte d'une immunité accrue chez les individus dans les pays en développement secondaire à des expositions répétées à *C. jejuni* pendant l'enfance et tout au long de la vie. Lorsqu'ils sont infectés dans des pays en développement, les voyageurs acquièrent des symptômes similaires à ceux observés dans leur pays d'origine. (Rangan, 2008)

7. Pathogénicité

7.1. Production de toxines



est
end
itC
ant
des
ine
la
ine
re,

40107

7.2. Lipo-oligosaccharide : Le lipo-oligosaccharides (LOS) à la surface des *Campylobacters* participe au pouvoir d'adhérence, d'invasion et surtout d'échappement aux défenses immunitaires de l'hôte. La sialylation du LOS accroît le potentiel invasif et diminue l'immunogénicité. Chez *C. jejuni*, le LOS de certains sérogroupes peut induire un mimétisme moléculaire avec les gangliosides des nerfs périphériques (GM1, GD1a, GQ1b...) de l'Homme et entraîner une réaction immunitaire croisée conduisant à la formation d'auto-anticorps dirigés contre des antigènes du soi au niveau de la gaine de myéline des nerfs. Ce phénomène est à l'origine des neuropathies démyélinisantes que sont le syndrome de Guillain-Barré (SGB) et le syndrome de Miller-Fisher (SMF). Il existe différentes classes de LOS dont certaines sont plus spécifiquement associées au SGB et au SMF mais ne constituent un facteur de virulence unique et suffisant pour induire ce genre de neuropathies. (Lehours et al, 2015)

Figure 7 : Physiopathologie du syndrome de Guillain-Barré.(Fabre, 2016)

Le pouvoir pathogène de la capsule polysaccharidique est comparable dans la mesure où il facilite la survie, l'adhérence, l'invasion et l'échappement au système immunitaire(Fabre, 2016).

7.3. Physiopathologie

Une fois la lumière intestinale atteinte par les *Campylobacters*, les bacilles vont devoir surmonter les barrières mécaniques et les mécanismes immunologiques pour provoquer une infection. Ils vont, tout d'abord, traverser la muqueuse intestinale grâce à leur morphologie et leur mobilité caractéristiques pour, ensuite, adhérer et envahir les cellules épithéliales intestinales. L'invasion se ferait, à la fois, par liaison des adhésines bactériennes à des récepteurs spécifiques puis internalisation via une vacuole d'endocytose (mécanisme « zipper ») ainsi que par injection d'effecteurs protéiques variés dans la cellule-hôte via des systèmes de sécrétion de type III ou IV (T3SS, T4SS) induisant l'endocytose du microorganisme. Certains *Campylobacters* sont capables de traverser la barrière intestinale par voie paracellulaire en altérant les jonctions serrées des entérocytes.(Lehours et al, 2015)

7.4. Caractéristiques biochimiques

Les bactéries du genre *Campylobacter* sont chimioorganotrophes (Vandamme et al., 2015). L'énergie est extraite de la dégradation des acides aminés ou des intermédiaires du cycle de l'acide tricarboxylique. Elles ne peuvent pas dégrader les glucides, et elles ne peuvent pas hydrolyser la gélatine, la caséine, l'amidon et la tyrosine. Elles sont négatives pour le test du rouge de méthyle et à la réaction de Voges-Proskauer. Une activité oxydase

est présente chez la quasi-totalité des espèces. Une activité arylsulfatase est présente chez quelques espèces, mais pas la lipase ou la lécithinase. La plupart des espèces réduisent le nitrate. Aucun pigment n'est produit. L'identification conventionnelle des *Campylobacter* thermotolérants repose sur les critères suivants (Huysmans et al., 1995 ; Lehours, 2005 ; Lastovica, 2006) : ce sont des bacilles incurvés Gram négatif, avec une morphologie sur gélose caractéristique, catalase positive, oxydase positive, uréase négative et poussant à 42°C. *C. jejuni* et *C. colisont* naturellement résistant à la céphalotine et sensible à l'acide nalidixique. Seul *C. jejuni* donne un résultat positif au test de l'hydrolyse de l'hippurate. La galerie API-CAMPY® est une galerie d'identification sur la base de caractères biochimiques qui a été mise au point par bioMérieux en collaboration avec le Centre National de Référence des *Campylobacters* et *Helicobacters* (CNRCH) (figure 10). L'identification par méthode biochimique peut néanmoins s'avérer difficile, notamment pour les *Campylobacters* non classiques (On et al., 1996). Une étude a montré l'incapacité des méthodes phénotypiques à identifier les *Campylobacters* des éléphants de mer du Nord (*Mirounga angustirostris*) (Stoddard et al., 2007). Une table d'identification a été développée par Lastovica (2006) afin d'identifier les « *Campylobacter* émergents » sur des critères biochimiques simples (indoxylacétate, hippurate, aryl sulfatase ...).(Benjamin et al, 2020)

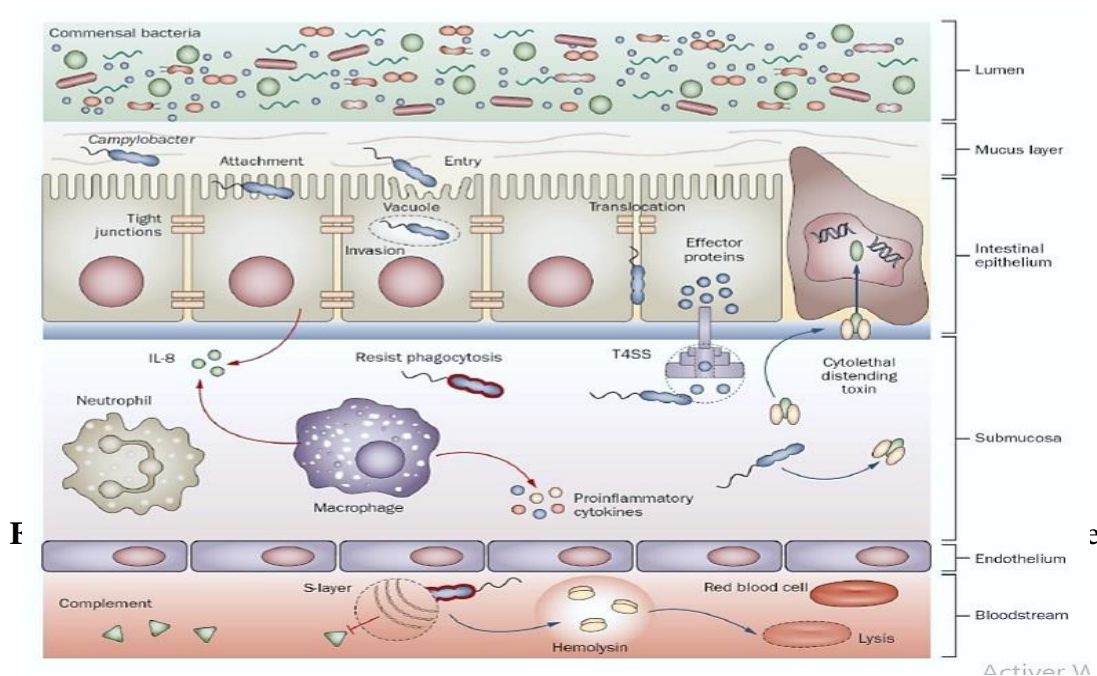


Figure 8 : Profil d'un *C. jejuni* d'après une galerie d'identification biochimique API-CAMPY®. © Pascal Fraperie (microbiologiemedicale.fr)(Benjamin et al, 2020)

7.5. Réponse clinique

Les symptômes de la gastro-entérite induite par *C. jejuni* comprennent diarrhée aqueuse ou sanglante, crampes, nausées, myalgies, et fièvre, similaire aux réponses cliniques à *Shigellaspp.*, *Salmonellaspp.*, Dans une étude de 877 épisodes de sang diarrhée (> 3 selles sur 24 heures) se présentant à une échographie service des urgences, 168 entéropathogènes (30,6 % des échantillons de selles) ont été identifiés. Les plus courants pathogènes étaient *Shigellaspp* (15,3 %), *Campylobacterspp.* (6,2%), *Salmonellaspp.* (5,8%) et toxine Shiga

produisant *E. coli* (2,6%). Des douleurs abdominales, de la fièvre, des maux de tête, une léthargie et une anorexie peuvent précéder la diarrhée pendant plusieurs heures. Sensibilité à la palpation dans la partie inférieure droite quadrant peut accompagner des douleurs abdominales, entraînant un tableau clinique qui mime une appendicite avant le début de diarrhée. L'apparition de sang dans les selles peut être occulte ou extrêmement sanglant. Le temps d'incubation est d'environ 2 à 5 jours après l'exposition. 58 Symptômes généralement résolus dans les 3 à 10 jours après le début de la maladie, avec recrudescence dans environ 25 % des cas non traités. La diarrhée persiste pendant 1 à 2 semaines dans 20 à 30 % des cas, et plus de 2 semaines dans environ 5 à 10 % des cas. Les adultes peuvent présenter une diarrhée inflammatoire sévère, ressemblant à la maladie de Crohn, une rectocolite hémorragique ou une entérocolite pseudomembraneuse. Les jeunes enfants ont généralement diarrhées fréquentes, aqueuses et sécrétoires, souvent sans du sang. *Campylobacter* - douleur abdominale induite et sensibilité avec diarrhée sanglante chez les jeunes nourrissons peut imiter l'invagination. (Rangan, 2008)



8. Sensibilité aux antibiotiques et traitement

Les principales classes d'antibiotiques actives sur les bactéries du genre *Campylobacter* sont les macrolides, les tétracyclines, les pénicillines A comme l'amoxicilline (\pm acide clavulanique), les carbapénèmes, les fluoroquinolones et les aminoglycosides. A contrario, ces bactéries présentent des résistances naturelles à de nombreuses classes de β -lactamines (carboxy-uréido-pénicillines, monobactames et céphalosporines) de par leur faible affinité aux protéines liant les pénicillines (PLP) et par défaut de pénétration de ces molécules. Elles sont aussi naturellement résistantes aux glycopeptides, streptogramines et sulfamides. Il existe des variabilités inter-espèces. Par exemple, *C. fetus* et *C. lari* sont naturellement résistants aux quinolones (acide nalidixique mais pas aux fluoroquinolones). Il faut distinguer ces résistances intrinsèques, communes à tous les individus d'une espèce, des résistances acquises. (Lehours et al, 2015)

Tableau 6 : Résistance aux antibiotiques de *Campylobacter* isolés chez l'homme selon l'espèce, France, 2015, Données CNRCH 2015 .(Lehours et al, 2015)

	Total		<i>C. jejuni</i>		<i>C. coli</i>	
	N testés	résistance%	N testés	résistance%	N testés	résistance%
Erythromycine*	5 721	2,50%	4 629	0,40%	869	9,40%
Tétracycline*	5 534	51,30%	4 472	48,30%	844	71,60%
Ciprofloxacine*	5 722	56,90%	4 627	56,20%	870	65,80%
Gentamycine **	5 120	0,90%	4 115	0,80 %	788	1,10 %
Ampicilline**	5 729	34,90%	4 407	37,80%	837	33,20%
Amoxiclav**	5 727	0,60%	4626	0,50%	861	0,60%

* Selon les critères de l'EUCAST

** Selon les critères CASFM

Matériel et méthodes

1. Collecte des données

1.1. Conception et paramètres de l'étude

Une étude transversale de la fréquence d'achat de la viande de poulet, de consommation et des habitudes de consommation a été menée de mars à juin 2021 dans la ville de Laghouat. C'est une ville moyennement peuplée et donc peut être considérée comme appropriée pour fournir un aperçu des systèmes alimentaires complexes utilisés par une diversité de consommateurs. Cette ville représente des contextes typiques d'une ville algérienne ou même maghrébine, dans la variabilité des voies d'exposition pour l'infection humaine à *Campylobacter*, telles que l'achat des viandes d'origine local vs importés ou frais vs congelés sur les marchés informels vs formels. Cette enquête fait partie d'une étude visant à développer une évaluation quantitative des risques pour les agents pathogènes d'origine alimentaire couramment associés à la viande de poulet.

1.2. Instrumentation

Un questionnaire a été conçu pour générer quelques paramètres nécessaires pour l'élaboration d'une évaluation quantitative des risques de *Campylobacter*. Ce questionnaire a été conçu et testé par dix participants avant l'enquête pour confirmer la clarté des questions et pour identifier les opinions des participants et les délais de réponse requis. L'essai pilote a entraîné des modifications mineures au libellé des questions. Le questionnaire a été rédigé en français et en arabe et a été divisé en quatre sections : (1) caractéristiques démographiques, (2) consommation de la viande de poulet, (3) achat de la viande de poulet et (4) pratiques de manipulation et de préparation de la viande de poulet (les questions sont présentées dans le tableau 7 Chaque questionnaire prend environ 15 à 20 minutes pour répondre. (**Voir annexe**))

1.3. Collecte et analyse des données

Les objectifs de l'étude ont été expliqués à chaque personne interrogée et la confidentialité de leurs informations a été assurée verbalement. Les participants ont été choisis au hasard parmi les habitants de la ville de Laghouat. Les fréquences et les pourcentages de réponses dans chaque catégorie ont été calculés et présentés sous forme de tableau.

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Profile de répondants

Au total, 165 questionnaires ont été obtenus dans l'étude à Laghouat (**n =165**). Comme le montre le (tableau 7). 114 (70%) des consommateurs interrogés dans le questionnaire étaient des femmes (70%), reflétant le ratio de personnes chargées de préparer la nourriture dans les ménages. Les jeunes (<35 ans) et les célibataires, sont les plus représentés dans le (tableau 7). Ont des statuts financiers varié. Avec fréquence des répondants ayant obtenu des diplômes de l'enseignement supérieur était plus élevée chez les répondants de Laghouat.

Tableau 7 : Caractéristiques descriptives des consommateurs.

Caractéristique démographiques	Laghouat (n=165)	
	Effectifs	Fréquence (%)
1. Votre Sexe ? :		
Homme	51	(30,9)
Femme	114	(70 ,0)
2. Dans quelle tranche d'âge vous situez –vous :		
15 - 24 ans	63	(38,1)
25 – 34 ans	81	(49,0)
35 – 44 ans	13	(7 ,8)
45 – 54 ans	7	(4 ,24)
55 ans et plus	1	(0,60)
3. Etat civil :	118	(71 ,5)
Célibataire	47	(28 ,4)
Marié(e)		
4. statut financier :		
Etudiant(e)	92	(55,7)
Salarié(e)	60	(36, 3)
Cadre/ Profession libérale	3	(1 ,8)
Retraité(e)	1	(0,60)
Sans emploi/ Femme au foyer	9	(5,45)

1.2. Consommation de viande de poulet et habitudes d'achat

Les répondants ont été interrogés sur leur fréquence de consommation de poulet par semaine. Des répondants de Laghouat, 22 (13,3%) ont indiqué que le poulet était consommé deux fois par semaine à domicile, tandis que 20 (12,1 %) mangeaient du poulet à l'extérieur de la maison une fois par semaine (tableau 8). Dans une tentative de caractériser une taille de portion typique, les répondants ont été invités à décrire la plus probable quantité de viande de poulet consommée en une seule fois par les adultes et les enfants du ménage. Pour adultes, moins d'un quart de poulet était la portion la plus probable à Laghouat 72 (43,6 %) (Tableau 8).

En comparaison ces résultats avec l'étude qui a été montrée dans l'égypte et l'irak, Les consommateurs égyptiens (45,5 %) ont indiqué que le poulet était consommé deux fois par semaine à domicile, tandis que (31,5 %) mangeaient du poulet à l'extérieur de la maison une fois par semaine. En revanche, une proportion plus élevée des consommateurs irakiens mangeaient du poulet à l'extérieur de la maison (48,0 %) une fois par semaine et (36,0 %) deux fois par semaine. Pour tenter de caractériser une portion typique, les répondants ont été invités à décrire la quantité la plus probable de viande de poulet consommée en une seule fois par les adultes et les enfants du ménage. Pour les adultes, un quart de poulet était la taille de portion la plus probable en Égypte (84,5 %) et en Irak (58,0 %), bien que (26,0 %) des consommateurs irakiens aient déclaré que les adultes étaient les plus susceptibles de consommer moins d'un quart d'un poulet. Comme prévu, la portion de poulet la plus probable pour les enfants était inférieure à un quart de poulet dans les deux contextes. **(Habib et al., 2020)**

Tableau 8 : Consommation de viande de poulet et habitudes d'achat chez les répondants.

Questions	Laghouat (n=165)	
	Effectifs	Fréquence (%)
5. Au cours de la dernière semaine, avez-vous Mangées du poulet chez vous ? Si la réponse est ‘oui ‘combien de fois ?		
Oui	158	(95 ,7)
Non	7	(4 ,2)
0	7	(4 ,2)
1	20	(12,1)
2	22	(13,3)
3	59	(35,7)
4	18	(10 ,9)
>4	31	(18,7)
6. Au cours de la dernière semaine combien de fois avez-vous Mangées du poulet à l'extérieur de la maison, par exemple au restaurant, fastfood ou bien une livraison ?		
Oui	62	(37,5)
Non	103	(62,4)
0	7	(4 ,2)
1	20	(12,1)
2	32	(19,3)
3	59	(35,7)
4	31	(18,7)
>4	28	(16,9)
7. Quelle type de viande consommez-vous le plus ?		
Poulet	149	(90,3)
Viande rouge	16	(9,6)
Poisson	0	
8. D'habitude, consommez-vous de la viande de poulet ?		
Oui	159	(96,3)
Non	6	(3,6)
9. Si la réponse précédente est ‘oui’ ; quelle est la fréquence de votre consommation par semaine ?		
1fois	20	(12,1)
2 fois	32	(19,3)
3 fois	22	(13 ,3)
4 fois	57	(34,5)
>4 fois	34	(20,6)
10. Pour un membre adulte de votre famille, quelle est la quantité la plus		

probable du poulet consommé par un seul repas ?		
Moins d'un quart de poulet	72	(43,6)
Un quart de poulet	55	(33,3)
Un demi-poulet	32	(19,3)
Un poulet entier	6	(3,6)
11. Quel est votre forme préférée de votre produit de poulet acheté ?		
Carcasse entière	29	(17,5)
Portion avec peau, par exemple : cuisse, pilon	63	(38,1)
Portion sans peau, par exemple : escalope	70	(42,4)
D'autres produits à base de poulet, exemple : pâté de poulet, cachir...	3	(1,8)
12. Où avez-vous l'habitude d'acheter votre poulet ?		
Marché humide	0	
Magasin d'oiseaux vivant	0	
Supermarché	0	
Boucherie	165	(100)
Autre	\	

Dans cette étude les données sur les préférences des consommateurs pour l'achat de poulet, des marchés formels et informels et la proportion de poulet frais par rapport au poulet surgelé acheté était essentielle pour le développement d'un modèle d'évaluation des risques quantitatif est le cadre de l'étude. Ainsi, les répondants ont été interrogés sur les sources et la présentation préférées de la viande de poulet achetée (tableau 8).

La totalité des personnes interrogées (100%) à Laghouat ont opté pour les boucheries comme source préférée de la viande de poulet. Un poulet complet était la forme la plus préférée achetée par les consommateurs dans le contexte (tableau 8).

En comparant ces résultats avec les résultats des études faites en Égypte et l'Iraq. La production de données sur les préférences des consommateurs pour l'achat de poulet sur les marchés formels par rapport aux marchés informels, La majorité (78,5%) des consommateurs en Égypte ont opté pour les marchés humides/les magasins d'oiseaux vivants comme source préférée de viande de poulet. En revanche, (59,6 %) des consommateurs irakiens préfèrent acheter de la viande de poulet dans les supermarchés. (Habib et al., 2020)

1.3. Pratiques de manipulation et de préparation de la viande de poulet

Des questions sur les pratiques (tableau 9) de manipulation et de préparation des aliments ont été posées pour générer les réponses qui pourraient être converties en distributions de probabilité pour décrire la contamination dans les cuisines à domicile dans chacun des paramètres d'étude. Les données présentées dans le tableau 9 révèlent que presque toutes les personnes interrogées à Laghouat ont partagé la pratique de laver le poulet dans l'eau froide du robinet avant la cuisson, avec 86 (52,1 %) des personnes interrogées à Laghouat ayant tendance à laver la viande de poulet directement dans l'évier de la cuisine sous l'eau froide du robinet et 40 (24,2 %) des répondants ont tendance à laver le poulet sous l'eau froide du robinet dans une marmite plutôt que directement dans l'évier de la cuisine .

13 (7,8 %) des consommateurs ont indiqué qu'ils n'utilisaient que de l'eau, tandis que 152 (92,1 %) des répondants utilisaient des ingrédients, seuls ou en combinaison, pour laver la viande de poulet, y compris le sel, le citron et vinaigre (tableau 9).

Tableau 9 : Pratiques de manipulation et de préparation de la viande de poulet parmi les répondants.

Questions	Laghouat (n=165)	
	Effectifs	Fréquence (%)
13. Dans votre cuisine 'à la maison', Lavez-vous le poulet avant la cuisson ?		
Oui	161	(97,5)
Non	4	(2,4)
14. Si la réponse précédente est 'oui' comment le faire avant de cuisiner ?		
Faire couler l'eau froide du robinet dans un évier de cuisine	86	(52,1)
Faire couler l'eau chaude du robinet dans un évier de cuisine	23	(13,9)
Faire couler l'eau froide du robinet dans une marmite	40	(24,2)
Faire couler l'eau chaude du robinet dans une marmite	12	(7,2)
15. Utilisez-vous autre chose que de l'eau pour laver le poulet avant la cuisson ?		
Oui	152	(92 ,1)
Non	13	(7,8)
16. Si oui à la question précédente veuillez &- mentionner les choses autre que l'eau que vous utilisez pour laver le poulet avant la cuisson ?		
Vinaigre	94	(56,9)
Sel	20	(12,1)

Citron	18	(10,9)
Sel + vinaigre	16	(9,6)
Sel + citron +vinaigre	0	
L'eau de javel	1	(0,6)
Savon	3	(1,8)
Autre combinaison. Laquelle ...		
17.À quelle fréquence préparez-vous du poulet avant de préparer un repas de salade ?		
Très souvent	65	(39,3)
Souvent	31	(18,7)
Parfois	51	(30,9)
Rarement	15	(9,09)
Jamais	3	(1,8)
18. Lorsque vous préparez un repas de salade avec du poulet, envisagez-vous de vous laver les mains avec de l'eau savonneuse après avoir manipulé du poulet cru ?		
Oui, je prends cela en considération	111	(67,2)
Parfois oui et parfois non	37	(22,4)
Non, je ne prends pas cela en considération	17	(10,3)
19. En préparant un repas de salade avec du poulet pensez-vous utiliser des planches à découper séparées pour la préparation et la découpe de chacune d'elle ?		
Oui, je prends cela en considération	75	(45,4)
Parfois oui et parfois non	38	(20,03)
Non, je ne prends pas cela en considération	52	(31,5)
20. Avez-vous la confiance sur l'état d'hygiène des boucheries que vous fréquentez ?		
Oui	76	(46,06)
Non	89	(53,9)
21. Connaissez-vous l'acronyme « TIAC » ?		
Oui	20	(12,1)
Non	145	(87,8)
22. Si votre réponse est OUI, à quoi signifie l'acronyme « TIAC » ?	20 (Toxi- infection alimentaire collective)	(12,1)
23. Etiez-vous déjà victime d'une intoxication alimentaire liée à la viande de poulet ?		
Oui	61	(36,9)
Non	104	(63,03)
24. Si votre réponse précédente est 'OUI', avez-vous consulté un médecin ?		
Oui	61	(36,9)
Non	\	

Pour mieux comprendre les voies de contamination croisée dans les cuisines familiales, les consommateurs ont été invités à répondre par un scénario impliquant la préparation d'un repas composé de poulet et d'une salade. Le pourcentage de consommateurs qui préparent «

très fréquemment » ou « fréquemment » du poulet avant de préparer la salade était de 65 (39,3%), respectivement (tableau 9).

Il y avait une très importante variation, entre les paramètres dans les réponses rapportées sur le lavage des mains après avoir touché le poulet cru, tandis que 111(67,2 %) des répondants à Laghouat ont indiqué qu'ils se lavaient les mains avec de l'eau savonneuse, Une proportion significative des personnes interrogées à Laghouat 37(22,4%) ont déclaré qu'elles ne se lave pas les mains avec de l'eau savonneuse après avoir touché du poulet cru et préparé une salade dans leur cuisine familiale. Enfin, 52 (31,5 %) des répondants à Laghouat, ont indiqué qu'ils n'utilisent pas une planche à découper pour éviter la contamination croisée entre le poulet cru et la salade.

2. Représentation graphique parmi les études précédentes

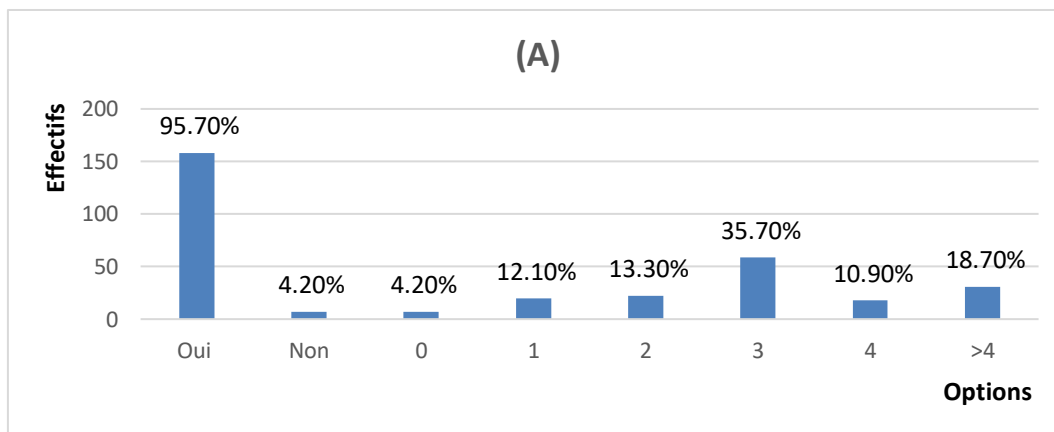


Figure 10 : Histogramme (A) représentant la consommation de la viande de poulet aux foyers.

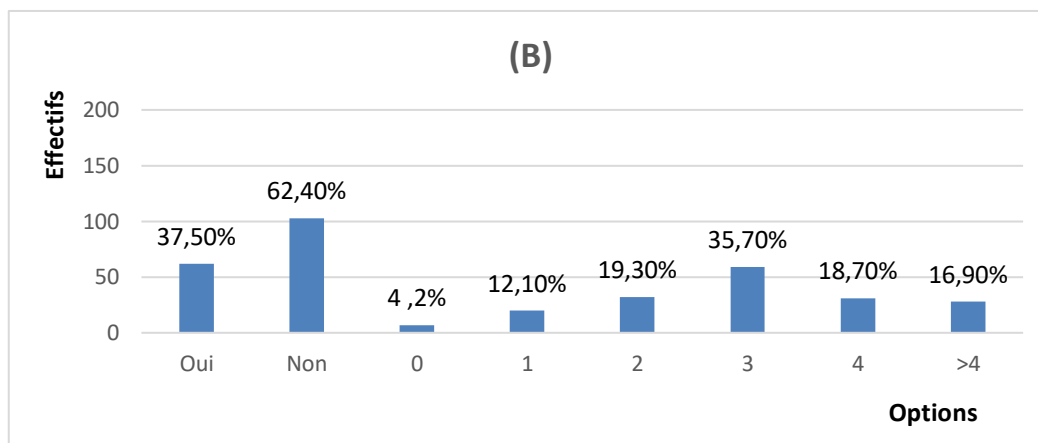


Figure 11 : Histogramme (B) représente la consommation de viande de poulet à l'extérieur (restaurant ou livraison) dans la ville de Laghouat.

Les 2 graphes représentent la consommation de viande de poulet à l'intérieur et en dehors de la maison (restaurant, livraison). On note que la consommation de poulet à domicile représente (95,70%), cependant la consommation de poulet dans le restaurant ou par livraison est de (37,50%).

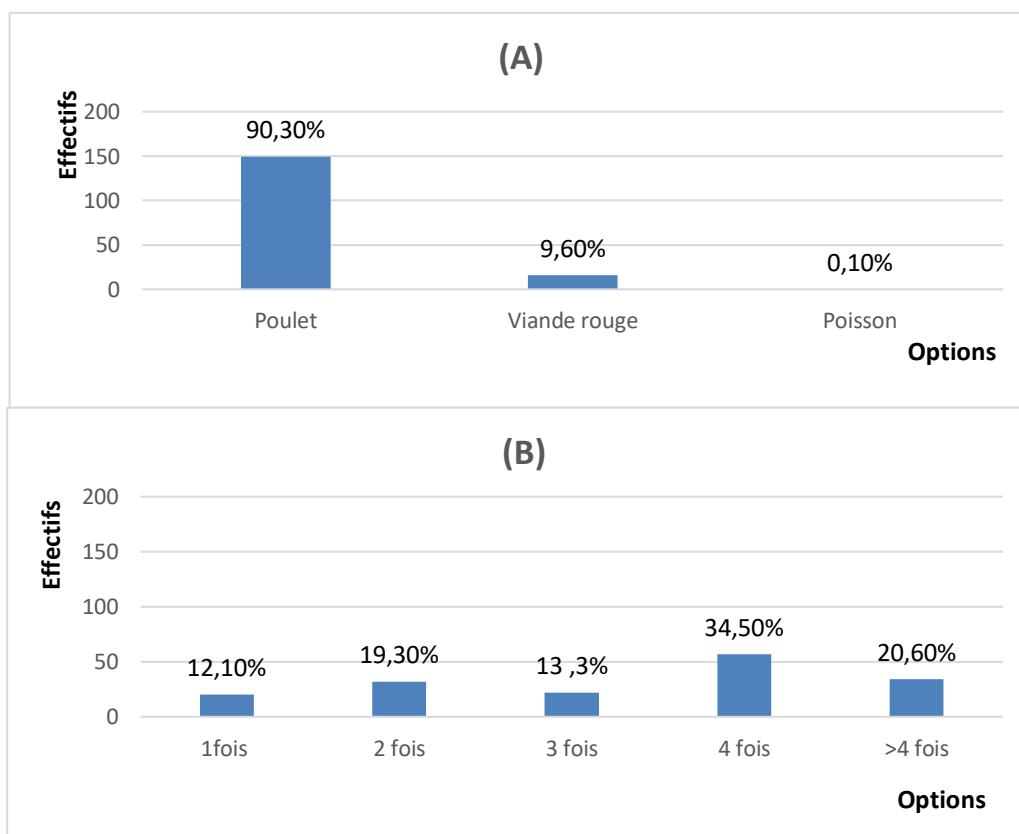


Figure 12 : Histogramme (A) représentant le type de viande consommé dans la ville de Laghouat, Et histogramme (B) représentant la fréquence de consommation de la viande de poulet dans la ville de Laghouat.

Le premier graphe représente le pourcentage de consommation de poulet (90,3%), vis-à-vis du poisson et la viande rouge, tandis que le 2eme graphe représente la fréquence de consommation de poulet (34,5 %) à raison de 4fois par semaine.

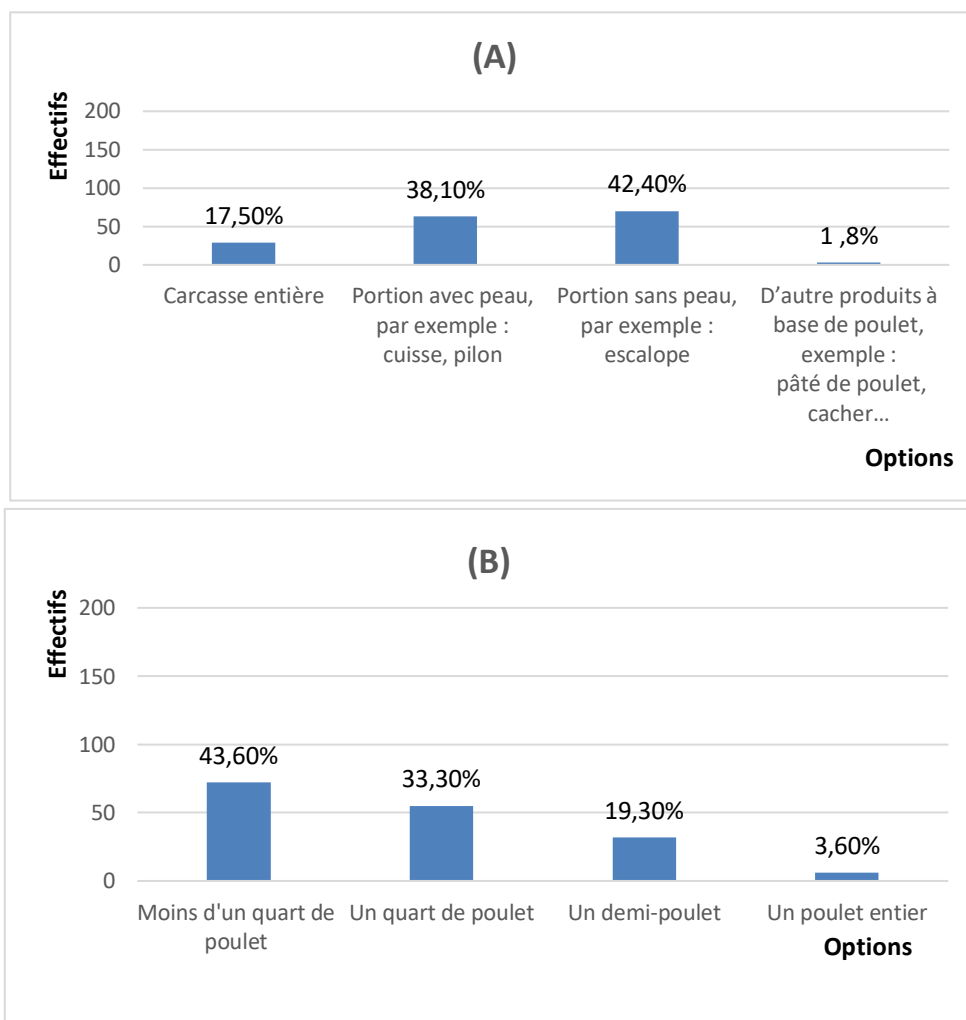


Figure 13 : Histogrammes (A) représentant les affinités et les parties préférées lors de l'achat de la viande de poulet, Histogrammes (B) représentant les quantités les plus probables consommées.

D'après les résultats représentés les histogrammes (A) et (B), on constate que les consommateurs préfèrent le poulet sans peau (portion sans peau) (42,40%) , les consommateurs également mangent moins d'un quart de poulet par un seul repas (43,6 %), Ce qui rend un moindre risque, du fait de la relation entre la quantité (élément dose-risque) et la contamination, les statistiques ont montré la plupart des consommateurs favorisent l'achat de poulet chez les boucheries dans la ville de Laghouat, par contre les autres pays favorisent l'achat chez (les marchés humide, magasin d'oiseaux vivant, supermarché).

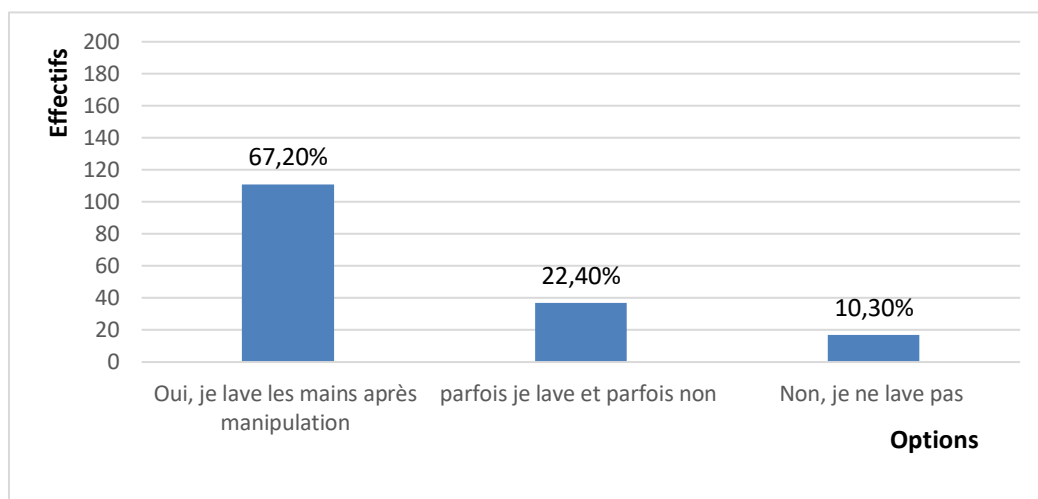


Figure 14 : Histogramme représente les habitudes de lavage des mains après avoir manipulé du poulet cru.

(67, 2%) de la population déclarent avoir lavé leurs mains après avoir manipulé du poulet, tandis que (22 ,4 %) déclarent que parfois ils lavent leurs mains et parfois ils ne lavent pas, leurs mains et (10,3 %) ne lave pas de tout après avoir manipulé de poulet. Ce qui constitue un danger réel, ce qui concerne la transmission des germes et ainsi provoquer des maladies chroniques.

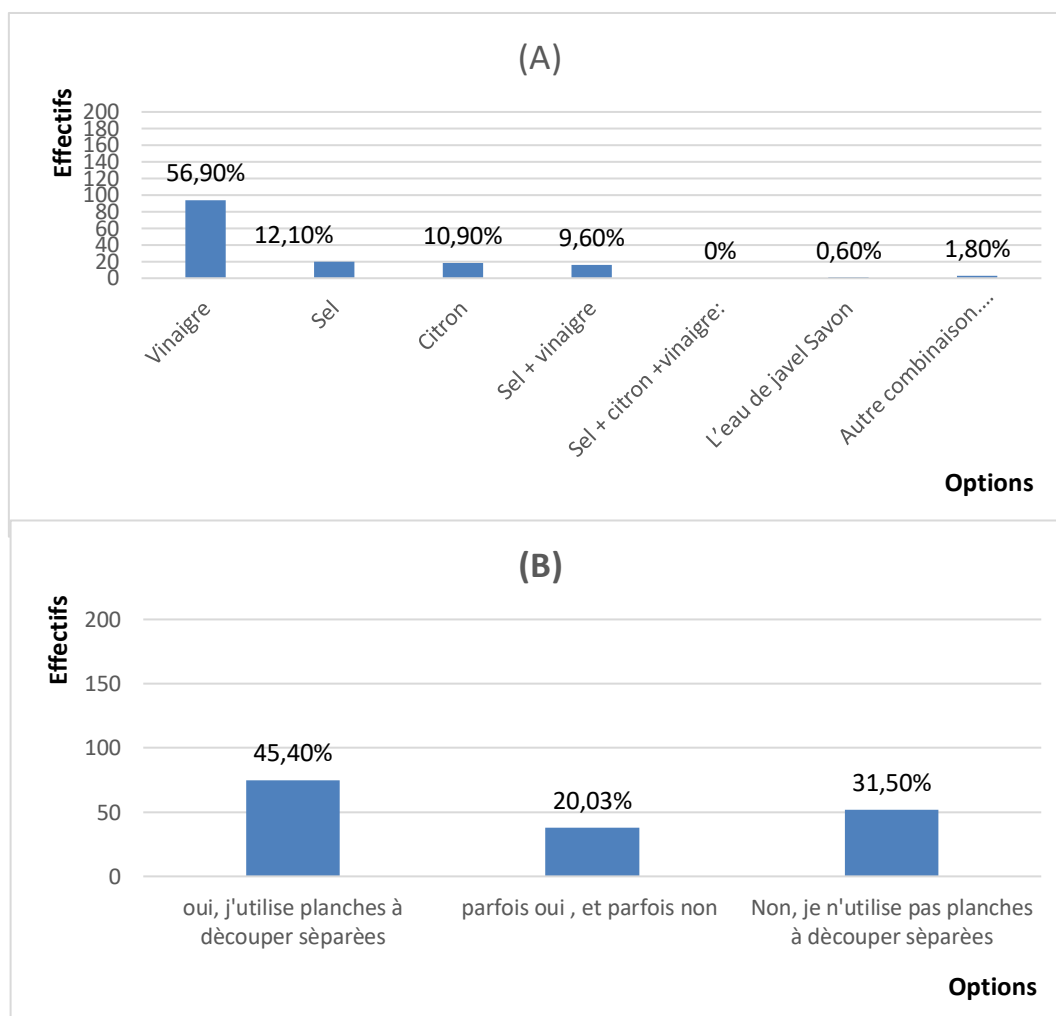


Figure 15 : Histogrammes (A) représente les habitudes de lavage de poulet avec l'utilisation des différentes combinaisons d'ingrédients, Histogramme (B) représente L'utilisation de planche à découper séparées.

(56,9%) de la population étudiée préfère laver le poulet avec de l'eau et les autres ingrédients : vinaigre, sel, citron...**etc.** avant la cuisson.(45,4%) de la population étudiée utilise des planches à découper séparées, tandis que (31,5%) utilise même planche pour découper des légumes et du poulet.

Parmi les statistiques globales (36,9%) de la population victime d'intoxication alimentaire ce qui entraîne chez eux des maladies chroniques comme « l'ulcère gastrique ».

Plusieurs études ont été réalisées dans le cadre des contaminations à *Compylobacteres* des poules, les résultats suivants sans parmi les études faites par plusieurs auteurs dont l'objectif est de déterminer les taux de contamination par *Campylobacteres* dans les cuisines.

Selon l'étude de Mattick et al., 2003 , qui a été réalisé au Royaume-Uni, Bristol, a révélé que les microorganismes pathogènes peuvent être récupérés relativement fréquemment dans l'environnement de la cuisine, lors de cette étude des repas de poulet ont été préparé par des personnes formées et d'autres non formés en sécurité et hygiène alimentaire ensuite ces repas ont été examinés ainsi que des torchons de cuisine et de l'eau de robinet. Les résultats trouvés montrent que (13%) des *Campylobacteres* isolés sont d'origine naturelle. Les autres isolat ont été prélevé des torchons de cuisine.(**Mattick et al., 2003**)

Une étude faite par Luber et al., 2006 en Allemagne montre qu'il existe des contaminations croisées par *Campylobacter* dans la cuisine, par une évaluation de l'exposition et de transfert des bactéries du poulet aux mains et à l'environnement de la cuisine et de là aux aliments prêts à manger. Ils ont quantifié le transfert de *Campylobacter* à partir de morceaux de poulet naturellement contaminés aux instruments de la cuisine. Ils ont également étudié le transfert de l'agent pathogène du poulet par les mains à un petit pain. Les nombres de *Campylobacter* présents sur les surfaces des morceaux de poulet, les mains, les ustensiles et les aliments prêts à manger ont été détectés. Les taux de transfert moyens des pattes et des filets aux mains étaient de (2,9%) et (3,8 %). Les taux de transfert moyens des mains ou des ustensiles de cuisine aux aliments prêts-à-manger variaient de (2,9%) à (27,5 %) (**Luber et al., 2006**).

Selon l'étude de Cardoso et al., 2021 , à Portugal, la contamination par des agents pathogènes lors de la préparation des aliments domestiques a un lien fort avec la contamination aux pratiques de préparation. Lors de cette étude des participants à la recherche de 87 ménages dans six pays européens ont été observés et interrogés pendant les achats et la préparation d'un repas de poulet et de légumes. La présence de *Salmonellaspp.*, *Campylobacterspp.* Et le norovirus sur le poulet cru, les surfaces de cuisine, les chiffons et les éponges a été déterminé (**Cardoso et al., 2021**).

La détection de la contamination à *Campylobacter* des poulets est l'une des études réalisées par **Møretro et al., 2021**, à Barcelone, Espagne, un total de 73 sur 761 échantillons étaient positifs pour *Campylobacter*. La prévalence la plus élevée de *Campylobacter* parmi tous les types d'échantillons était dans le poulet cru, avec une prévalence moyenne de (57 %) (44 des 77 poulets crus étaient positifs pour *Campylobacter*). En comparaison, sur la base de la surveillance, en moyenne (38 %) des échantillons de viande fraîche de poulet de chair provenant de 22 pays européens étaient positifs à *Campylobacter* en 2018 (EFSA et ECDC, 2019). des analyses microbiennes ont été effectués pour différents échantillons de poulet de surface, d'éponges, de chiffons et d'essuie-mains ont été collectés tout au long de la préparation des aliments. (**Møretro et al., 2021**)

selon l'étude menée par Lai et al, 2021, dans les cuisines commerciales de Chine, Un total de 479 échantillons ont été prélevés sur les sites d'échantillonnage, y compris les mains, les couteaux, les planches, les récipients, les plans de travail, les sols et les éviers du cuisines, et parmi ceux-ci, 179 échantillons ont été testés positifs pour *Campylobacter* (37,37 %) .(**Lai et al., 2021**)

3. Discussion

Après plusieurs études et analyses des réponses de questionnaire (enquêtes) concernè 165 consommateurs (**n =165**) de la ville de Laghouat, qui a ètè réalisè par l'aide de questionnaire destinées aux chefs des cuisines de restaurants et à des ménages dans la période de mars 2021 jusqu'à mai 21, l'enquête était réaliser par rapport les chaines alimentaires dans l'étape de consommation, la moyenne des consommation est 2 fois par semaine dans la maison et une fois par semaine à l'extérieur avec une quantité moins d'un quart de poulet, la totalité des perssones achètent le poulet complet de la boucherie .

La majorité des consomateurs paratique l'hygiène du poulet avant l'utilisation par lavage à l'eau froide et l'ajout des ingrédiant seuls ou en combinaison y compris le sel, le citron, et le vinaigre directement dans le lévier de cuisine, La prepatation d'un repas composé de poulet et d'une salade revelent que la majorité des consmatteurs preparent le poulet avant la salade, moins (67,2%) des consommateurs laves les mains avec de l'eau savonneuse après

la manipulation des viandes de poulet crues ça veut dire qu'on a un grand risque d'avoir une contamination croisée pour le reste .

(31,5%) des consommateurs utilisent la même planche à découper pour la préparation du repas, on a un grand risque de contamination des microorganismes, On doit tenir compte de respect des recommandations à chaque étape, ce n'est qu'à ces conditions suscités qu'on pourra éviter les maladies dont (les gastro-entérites). le manque d'hygiène, et de non-lavage des mains après manipulation représente (10,3%) au laghouat ce qui reflète que il y'a un risque moins par rapport l'hygiène . La bonne cuisson complète à température idéale touchent le poulet entier permettra de détruire le *Campylobacter* qui risque de se développer dans les zones mal cuites. Ce travail présente un aperçu sur les études menées sur les contaminations liées à *Campylobacter* aviaires , plusieurs articles ont été recherchés, analysés et présentés.

D'après les résultats de Mattick et al en 2003, au Royaume-Uni, Bristol, Dans un torchon (serviette) qui a été utilisé pour essuyer les mains des participants après manipuler des ingrédients de poulet et de salade crus , Pour *Campylobacter* , (38 %) des poulets étaient positifs par dénombrement direct . Les UFC log₁₀ de *Campylobacter*spp. étaient de 2,70 à 4,99 chez (18 %) des poulets et de 5,00 à 6,99 chez (20 %). Des chercheurs ont déjà reconnu le potentiel de contamination croisée par les mains des travailleurs du secteur alimentaire, les ustensiles et les chiffons d'essuyage pendant la préparation des aliments . En outre, un certain nombre de chiffons d'essuyage dans une étude portant sur des magasins vendant des viandes crues et cuites étaient fortement contaminés par des bactéries . Ces résultats sont cohérents avec l'observation faite dans cette étude selon laquelle l'utilisation d'un torchon pour s'essuyer les mains après avoir préparé du poulet cru a entraîné sa contamination par *Campylobacter*. (Mattick et al., 2003)

Parmi les facteurs qui contribuent à l'augmentation de la contamination croisée c'est l'utilisation d'une même planche à découper, représentent la circonstance la plus fréquentes de contamination croisée, au Laghouat la proportion de l'utilisation d'une même planche à découper représente (45,4%) ce qui indique une augmentation élevée de risque des intoxications alimentaires. (39,3%) des consommateurs au Laghouat ont l'habitude de

préparer le poulet avant de préparer un repas de salade ,C'est ce qui fait exister le doute Pour la propagation de Campylobacter .

dans une autre étude réalisée à Nashville, Tennessee, reflète que des erreurs dans la manipulation des aliments peuvent entraîner une contamination croisée dans la cuisine et, par conséquent, des maladies humaines. Parce que la chaleur tue les espèces Campylobacters viables, une cuisson complète le poulet doit être souligné comme un élément important de la sécurité alimentaire mesure. (Allos, 2001)

En Allemagne , L'évaluation de l'exposition est une partie essentielle des évaluations des risques, La plupart des expériences de transfert ont été réalisées avec des produits inoculés avec un nombre élevé de bactéries indicatrices. Étant donné que même de faibles doses de Campylobacter sont connues pour provoquer des maladies, un effort particulier a été fait pour utiliser des méthodes capables de détecter une contamination aussi faible que 1 ou 10 CFU Campylobacter par source ou cible de transfert. Les morceaux de poulet frais et crus, en particulier les cuisses de poulet (composées de pilons et de cuisses) et les filets de poitrine sans peau et sans os, désossés, sont les produits de volaille les plus consommés par les ménages allemands. Étant donné que le traitement thermique élimine les campylobacters qui restent à la surface, l'exposition humaine dépend de la fréquence et du niveau de contamination croisée dans l'environnement de préparation des aliments. Divers scénarios de défaillances en matière d'hygiène été simulés pour donner une image des différentes voies d'exposition potentielle : du contact direct entre les mains et la bouche contaminées à la contamination croisée d'aliments prêts à consommer dans la cuisine. En outre, la contamination directe par les mains non lavées après la préparation du poulet directement dans les aliments prêts à consommer. L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre la quantité de campylobacters transférés à partir des poitrines et des cuisses. les niveaux de transfert étant plus élevés des Les niveaux de transfert des filets de poitrine de poulet aux ustensiles de cuisine et des mains sont plus élevés que ceux de la surface de la cuisse de poulet.(Luber et al., 2006)

«transfert par contact» qui quantifie le nombre de cellules de Campylobacter du poulet cru jusqu'aux surfaces de préparation (planche à découper, ustensiles, etc.) ou aux mains, et

par la suite de la surface de préparation à un repas préparé. Les organismes peuvent également être ingérés directement par exemple par le léchage des doigts.

L'occurrence de *Campylobacter*spp. qui a été menée en Portugal de (77.8%) ,Une occurrence plus faible de ces microorganismes a été signalée pour la viande de poulet de chair portugaise (30 %) en 2017 (EFSA, 2018). Afin d'évaluer le critère d'hygiène des procédés en vigueur pour les exploitants du secteur alimentaire dans l'UE, nous avons recueilli des données concernant la charge microbienne d'échantillons de peau du cou provenant de carcasses de poulets de chair réfrigérées et avons observé que (18,4 %) des 2403 échantillons testés dépassaient la limite de 1000 UFC/g. De manière similaire à celle observée lors de ces visites, les résultats d'un questionnaire sur les pratiques de cuisine à domicile, appliqué à plusieurs pays européens, ont montré que (53,7%) des 609 Portugais interrogés lavent systématiquement leur poulet dans l'évier de la cuisine. Le rinçage du poulet semble être une pratique " traditionnelle " à laquelle les cuisiniers plus âgés s'adonnent couramment, mais qui n'est pas nécessairement partagée par les cuisiniers plus jeunes. En outre, il a été observé dans les vidéos que les participants, tout en cuisinant, sont souvent distraits en menant plusieurs tâches en même temps ou en suivant une séquence automatique et non réfléchie d'événements (Warde, 2016).(Cardoso et al., 2021)

Il pourrait y avoir "des millions de bactéries dans les canalisations, mais c'est la façon dont elles pénètrent dans le corps d'une personne et provoquent des maladies" , "en faisant cela, vous pouvez salir l'évier" . Les bactéries sont entraînées dans l'évier et l'évacuation. Ce phénomène, associé au lavage des objets contaminés tels que les couteaux et les planches à découper utilisés pour la viande crue, peut être source d'inquiétude. "Si vous remplissez ensuite l'évier d'eau et que vous lavez une laitue, vous risquez de contaminer votre laitue". Il en va de même pour les assiettes et les tasses.

donc pour minimiser le risque de contamination de l'évier , doit être nettoyé de temps en temps, de préférence avec un nettoyant antibactérien, et lavez les légumes à l'eau courante plutôt que de remplir l'évier.

Des différences entre les pays ont été constatées, la prévalence la plus élevée de *Campylobacter* (80 %) étant observée en France et au Portugal (12 échantillons positifs sur

15), tandis qu'en Norvège, seul un échantillon sur 12 (8,3 %) était positif. Bien que le nombre d'échantillons soit trop faible dans la présente étude pour indiquer des fréquences fiables au niveau national, la prévalence de *Campylobacter* se situait en général dans la même fourchette que dans les rapports nationaux sur les zoonoses de 2018 (France 80,0 % pour la présente étude contre 75,3 % des échantillons de poulets de chair selon le RSUE ; Portugal 80,0 % contre 57,9 %, Hongrie 40,0 % contre 25 % ; Roumanie 55,5 % contre 44 % et Royaume-Uni 66,6 % contre 59,8 % (EFSA, 2018b). Conformément aux résultats obtenus dans la présente étude, la prévalence de *Campylobacter* chez les poulets norvégiens est connue pour être plus faible que dans la plupart des pays européens (Hog et al., 2016). Aucune donnée officielle d'échantillonnage de la viande de poulet n'a été rapportée en Norvège en 2018, mais la prévalence dans les troupeaux de poulets serait de l'ordre de 3 à 7 % (Institut vétérinaire norvégien, 2019). Les niveaux de *Campylobacter* sont généralement faibles, mais dans les huit États membres de l'UE ayant communiqué des données quantitatives pour 2018, 18 % des poulets de chair crus contenaient >3 log UFC de *Campylobacter* par gramme (EFSA et ECDC, 2019). (Møretrø et al., 2021)

Dans la ville de Laghouat, le pourcentage ou taux de prévalence de *campylobacters* reste inconnu, En raison de l'absence de données et d'un laboratoire pour l'identification de ce bactérie ou d'enregistrement des cas de maladies causées par les *campylobacters* Par conséquent, le risque est considéré comme présent à moins que les consommateurs ne soient éduqués ou Respectès les mesures de précaution pour réduire le risque.

En Chine, sept sites d'échantillonnage ont été sélectionnés, notamment des couteaux, des mains, des planches, des récipients, des sols, des éviers et des comptoirs. Avant la manipulation du poulet, la présence de *Campylobacter* sur les sites d'échantillonnage était de 14,52 % dans les cinq cuisines commerciales, ce qui indique que *Campylobacter* était déjà présent dans la cuisine. Après la manipulation du poulet, la prévalence de *Campylobacter* sur les sites d'échantillonnage a augmenté de manière significative pour atteindre (54,39 %) , ce qui indique que *Campylobacter* peut se transmettre du poulet aux surfaces de la cuisine. Comme on pouvait s'y attendre, les surfaces en contact avec les aliments (couteaux, planches, mains, récipients) étaient plus contaminées que les surfaces en contact avec d'autres aliments (comptoirs, planchers, etc.). non alimentaires (comptoirs,

sols, éviers). Une étude antérieure a indiqué la présence de *Campylobacter* dans des planches à découper mouillées sur les marchés de Hong Kong . De même, une autre étude antérieure a montré que les ustensiles et les planches de cuisine étaient les principales sources de contamination croisée . L'étude actuelle indique que les planches et les récipients sont les sites les plus fréquemment contaminés par *Campylobacter* dans les cuisines commerciales.(Lai et al., 2021)

Les services concerner de la direction de la santé et de la population de Laghouat ont affirmé que faute de laboratoire compétant dans l'identification de *campylobacter* à Laghouat, tous les cas ont été signalés comme « intoxication alimentaires » sans autre précisions.

3.1 Campylobacter Dans les cuisines domestiques et restauration

Étant donné que *Campylobacter* spp. sont sensibles à la chaleur, dans les environnements domestiques et de restauration, les températures et les temps de cuisson sont suffisants pour éliminer les organismes, tant que ce CCP n'est pas compromis par la suite contamination croisée, par exemple par les surfaces de travail et les ustensiles non correctement nettoyés et désinfectés. Étant donné que les *Campylobacters* peuvent facilement se transférer et semblent s'attacher aux surfaces, la contamination croisée doit être évitée, et la recommandation actuelle de transférer la volaille de l'emballage directement au four, plutôt que lavage sous l'eau courante, l'eau chaude est utilisée pour laver les surfaces de travail et les ustensiles afin de contrôler la présence de *Campylobacter* spp. (Cogan et al. 1999), lavage à l'eau chaude et addition d'hypochlorite améliore considérablement la réduction des sites contaminés. Trempage ou pulvérisation de carcasses ou de parties de volaille, avec de l'acide lactique, acide citrique ou hypochlorite.(Ellebroek et al., 2007). Congeler du poulet carcasses jusqu'à 3 semaines a été crédité de réduire les risques de *campylobacter* en Norvège (Sandberg et al., 2006) bien que le risque n'ait pas été entièrement éliminé. Humphrey et al. (2007) a commenté qu'il est urgent d'informer les consommateurs et les cuisiniers sur les meilleures façons de manipuler le poulet dans les environnements domestiques et de restauration afin de minimiser la propagation des

campylobacters et infections d'origine alimentaire dans la population, en particulier chez les enfants et les personnes immunodéprimées. (Silva et al., 2011)

3.2 Estimation du risque

Le nombre de cas humains de campylobactériose associée à la consommation de repas de poulet était estimé à environ un cas sur 14 300 portions de poulet. Comme le nombre de portions, y compris poulet ingéré au Danemark a été estimé à environ 201 millions par an, d'après les données de Statistics Denmark et de la Diététique danoise. Enquête a été menée par Andersen et al., 1996, le nombre attendu des cas associés à la consommation de repas de poulet contaminés par Campylobacter préparés dans des cuisines privées a été estimé à environ 14 000 par an (intervalle de confiance à 95 % ; de 7 753 à 20 942 cas). Par rapport aux 4386 cas humains enregistrés en 2000 (Anonyme, 2001a) ou un nombre réel présumé de cas de 30 000 à 440 000. Le nombre estimé de cas humains résultant de la consommation de poulet semble être un résultat. Malgré le fait qu'il puisse y avoir d'autres itinéraires d'infection par le poulet ainsi que d'autres sources de infection que les poulets, l'estimation indique que contamination croisée lors de la manipulation des aliments en cuisines privé de poulets contaminés par Campylobacter semble être une voie d'exposition importante à Campylobacter. (Rosenquist et al., 2003)

3.3 Contamination des éviers

Campylobacter a été détecté dans deux éviers après la préparation des aliments au Royaume-Uni, un au Portugal (Cardoso et al., 2020) et dans un bol utilisé comme évier (considéré comme un évier dans le texte suivant) en Roumanie. Il n'y avait pas de lien clair entre le lavage du poulet et la récupération de Campylobacter dans l'évier. Parmi les 22 échantillons de puits provenant de ménages qui lavaient le poulet, deux étaient positifs (> 45 UFC par évier) pour Campylobacter et parmi les 15 échantillons prélevés dans des ménages ne lavant pas le poulet, deux puits (Royaume-Uni) étaient également positifs pour l'agent pathogène. Dans ce dernier cas, les participants avaient utilisé l'évier pour laver la salade. Campylobacter n'a été détecté dans aucun des huit puits échantillonnés en Hongrie, où les poulets positifs à Campylobacter ont été lavés. (Møretrø et al., 2021)

3.4 Prévalence de l'utilisation de surfaces non lavées.

La prévalence de l'utilisation de surfaces non lavées lors de la préparation d'aliments crus et cuits ou d'aliments prêts-à-manger (PAM). En moyenne, (26 %) des consommateurs n'ont pas lavé les surfaces lors de la préparation des aliments crus et cuits ou des aliments PAM. Cependant, les mêmes études ont également indiqué que seulement environ (60%) des consommateurs lavent toujours les surfaces lors de leur préparation des aliments crus et PAM .(Kusumaningrum et al., 2004)

Des poignées de robinet ont été échantillonnées pour étudier la contamination des points de contact des mains avant et pendant la préparation des aliments. Aucun de ces points de prélèvement n'a été testé positif pour *Salmonella*. Dans deux ménages, les poignées des robinets étaient contaminées par *Campylobacter* à la fois avant et après la préparation des aliments et dans l'un d'entre eux, les poignées étaient positives après la préparation des aliments, Continuer à cuisiner sans se laver les mains avec du savon et l'eau était courante et ont été observées dans 87 ménages à Barcelone , spain (Pierrine Didier et Tekla Izso, résultats non publiés), mais ces pratiques ne semblaient pas conduire à une contamination détectable des points de contact des mains.(Møretro et al., 2021)

Conclusion générale

Un questionnaire a été conçu pour prouver sa valeur dans la génération de certains des paramètres spécifiques clés requis pour le développement d'un modèle d'évaluation quantitative des risques pour la phase de contamination de *Campylobacter*. Cet outil était simple et facilement applicable. C'est un très bon intermédiaire où les limitations des données ont entravé l'application de l'évaluation des risques pour relever les défis locaux en matière de sécurité sanitaire des aliments.

Le questionnaire utilisé dans cette étude a permis la collecte simultanée de données sur la fréquence de consommation, la taille des portions, les habitudes d'achat, la diversité des chaînes de vente au détail et les pratiques de manipulation des aliments. Il convient de noter que l'évaluation des risques en tant qu'approche nécessite une représentation simplifiée, basée sur des hypothèses et d'une réalité complexe.

Les lois et réglementations ne peuvent pas imposer des contrôles et des mesures pour empêcher les pratiques dangereuses à la maison, comme c'est le cas pour les commerces de transformation et de détails d'aliments. La seule possibilité de changer les pratiques à risque dans les cuisines familiales privées est l'éducation des consommateurs.

En Algérie, la mise en œuvre de programmes d'hygiène pour la viande, fondés sur l'analyse des risques est un vrai défi car elle ne possède pas les ressources nécessaires pour les systèmes réglementaires et les moyens scientifiques ainsi que les données systématiques sur les différents éléments de l'hygiène de la viande.

Pour ce qui concerne nos perspectives, nous recommandons le respect particulier des règles suivantes :

- Traçabilité du produit en restauration (identification de l'animal, documents sanitaires).
- Nettoyage des mains avant ou après toute manipulation de la viande
- Efficacité de la chaîne du froid en fixant et maintenant la T° de la réfrigération.
- Application de la bonne pratique de fabrication (BPF) et d'hygiène (BPH)
- Améliorer le niveau de prise de conscience des manipulateurs d'aliments sur la sécurité alimentaire et l'hygiène.
- Améliorer la sécurité microbiologique et la qualité de ces produits en mettant pleinement en œuvre l'utilisation du système HACCP pour les élevages de poulet.

- Fixer une valeur exacte en ce qui concerne temps/température de l'entreposage, de la cuisson et du refroidissement de la viande de poulet.

- Mener une évaluation des risques complète, (de l'industrie et les organismes de réglementation).

Aussi, ce travail présente une étude basique et préliminaire qui nécessite d'être approfondie sur les axes suivants :

- La réalisation d'une évaluation de l'exposition représentative et réelle.
- L'affinement d'un modèle de l'évaluation quantitative des risques.
- Réalisation d'une analyse des scénarios, pour cerner les points d'interventions.

Annexe

Enquête : Défis et opportunités vers le Développement de l'évaluation des risques chez le consommateur Phase dans les pays en développement : le cas de contamination croisée par *Campylobacter* pendant Manipulation du poulet cru dans la région de Laghouat.

Université Amar Thelidji Laghouat
Faculté des Sciences
Département de Biologie



Ce questionnaire anonyme rentre dans le cadre d'un projet de fin d'étude sur la consommation de la viande de poulet à Laghouat. Nous vous remercions de bien vouloir y répondre. Pour cela, il suffit de cocher la case correspondante.

L'objectif de cette étude est de donner un aperçu des données de consommation de la viande, ainsi que des pratiques de manipulation afin de pouvoir évaluer le risque lié à ce produit.

Pour chaque question, plusieurs réponses sont possibles :

I. Caractéristiques démographique

1. Votre Sexe ? :

- Homme
- Femme

2. Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ? :

- 15 - 24 ans
- 25 – 34 ans
- 35 – 44 ans
- 45 – 54 ans
- 55 ans et plus

3. Etat civil :

- Célibataire
- Marié(e)

4. statut financier :

- Etudiant(e)
- Salarié(e)
- Cadre/ Profession libérale
- Retraité(e)
- Sans emploi/ Femme au foyer

II. Consommation du poulet et habitudes d'achat des répondants

5. Quel type de viande consommez-vous le plus ?

- Poulet
- Viande rouge
- Poisson

6. D'habitude, consommez-vous de la viande de poulet ?

- OUI
- NON

7. Si la réponse précédente est 'oui' ; quelle est la fréquence de votre consommation par semaine ?

- 1 fois
- 2 fois
- 3 fois
- 4 fois
- >4 fois

8. Au cours de la dernière semaine, avez-vous mangées du poulet chez vous ? Si la réponse est 'oui' combien de fois ?

- OUI Combien de fois :
- NON

9. Au cours de la dernière semaine combien de fois avez-vous mangées du poulet à l'extérieur de la maison, par exemple au restaurant, fastfood ou bien une livraison ?

- OUI Combien de fois :
- NON

10. Pour un membre adulte de votre famille, quelle est la quantité la plus probable du poulet consommé par un seul repas ?

- Moins d'un quart de poulet
- Un quart de poulet
- Un demi-poulet
- Un poulet entier

11. Quel est votre forme préférée de votre produit de poulet acheté ?

- Carcasse entière
- Portion avec peau, par exemple : cuisse, pilon
- Portion sans peau, par exemple : escalope
- D'autres produits à base de poulet, exemple : pâté de poulet, cachir...

12. Où avez-vous l'habitude d'acheter votre poulet ?

- Marché humide
- Magasin d'oiseaux vivant
- Supermarché
- Boucherie
- Autre

III. Pratique de manipulation et de préparation de la viande de poulet chez les répondants.

13. Dans votre cuisine 'à la maison', lavez-vous le poulet avant la cuisson ?

- Oui
- Non

14. Si la réponse précédente est 'oui' comment le faire avant de cuisiner ?

- Faire couler l'eau froide du robinet dans un évier de cuisine
- Faire couler l'eau chaude du robinet dans un évier de cuisine
- Faire couler l'eau froide du robinet dans une marmite
- Faire couler l'eau chaude du robinet dans une marmite

15. Utilisez-vous autre chose que de l'eau pour laver le poulet avant la cuisson ?

- Oui
- Non

16. Si oui à la question précédente veuillez mentionner les choses autres que l'eau que vous utilisez pour laver le poulet avant la cuisson ?

- Vinaigre
- Sel
- Citron
- Sel + vinaigre
- Sel + citron +vinaigre
- L'eau de javel
- Savon

Autre combinaison. Laquelle :

17. À quelle fréquence préparez-vous du poulet avant de préparer un repas de salade ?

- Très souvent
- Souvent
- Parfois
- Rarement
- Jamais

18. Lorsque vous préparez un repas de salade avec du poulet, envisagez-vous de vous laver les mains avec de l'eau savonneuse après avoir manipulé du poulet cru ?

- Oui, je prends cela en considération
- Parfois oui et parfois non
- Non, je ne prends pas cela en considération

19. En préparant un repas de salade avec du poulet pensez-vous utiliser des planches à découper séparées pour la préparation et la découpe de chacune d'elle ?

- Oui, je prends cela en considération
- Parfois oui et parfois non
- Non, je ne prends pas cela en considération

20. Avez-vous la confiance sur l'état d'hygiène des boucheries que vous fréquentez ?

- OUI
- NON

21. Connaissez-vous l'acronyme « TIAC » ?

- OUI
- NON

22. Si votre réponse est OUI, à quoi signifie l'acronyme « TIAC » ?

.....

23. Etiez-vous déjà victime d'une intoxication alimentaire liée à la viande de poulet ?

- OUI
- NON

24. Si votre réponse précédente est 'OUI', avez-vous consulté un médecin ?

- OUI
- NON

Merci de nous avoir accordé votre temps précieux pour répondre.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

Al-Amir, H. L., Mouffok, F., & Hellal, A. (2013). Detection of *Campylobacter* in poultry in Algeria : antibacterial profile determination. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 164(6), 307-311.

Acheson, D., & Allos, B. M. (2001). *Campylobacter jejuni* infections: update on emerging issues and trends. *Clinical infectious diseases*, 32(8), 1201-1206. Allos, B. M. (2001). *Campylobacter jejuni* infections: Update on emerging issues and trends. *Clinical Infectious Diseases*, 32(8), 1201–1206. <https://doi.org/10.1086/319760>

Amat rose et al. (2011). *Les toxi-infections alimentaires collectives : aspects cliniques et épidémiologiques*.

Benjamin et al. (2020). *Étude De Campylobacter Spp. Chez Les Animaux Du Parc Zoologique De Paris*. 119.

Cardoso, M. J., Ferreira, V., Truninger, M., Maia, R., & Teixeira, P. (2021). Cross-contamination events of *Campylobacter* spp. in domestic kitchens associated with consumer handling practices of raw poultry. *International Journal of Food Microbiology*, 338(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108984>

De giudici .P, GUILLAM, M.-T., & SÉGALA, C. (2013). *se Synthe Évaluation des risques sanitaires microbiologiques : actualisation*. 12, 409–421.

Delhalle, L., Saegerman, C., Farnir, F., Korsak, N., & Daube, G. (2008). L'évaluation quantitative du risque microbiologique : revue de trois modèles liées à *Salmonella* dans les aliments. *Annales de Medecine Veterinaire*, 152(2), 116–129.

Directrices, L. (2008). *Évaluation De L ' Exposition Aux Dangers Microbiologiques*.

Fabre, A. (2016). *Analyse du génome de Campylobacter : une alternative aux antibiogrammes classiques ? To cite this version : HAL Id : dumas-01346785 Analyse du génome de Campylobacter : une alternative aux antibiogrammes classiques ?*

FAO/OMS. (2009). Caractérisation des risques liés aux dangers microbiologiques d'origine alimentaire. *Série Évaluation Des Risques Microbiologiques N° 17*.

Références Bibliographiques

Francis, M., Ermel, G., Kempf, I., & Federighi, M. (2003). *Appréciation des risques alimentaires liés aux campylobacters. Application au couple poulet / Campylobacter jejuni. February 2014*, 1–96.

Gosselin, & Théberge. (2015). *Campylobacter dans différents environnements aquatiques : quantification et géotypage afin de mieux évaluer les risques potentiels d'infection pour l'être humain par*.

Habib, I., Harb, A., Hansson, I., Vågsholm, I., Osama, W., Adnan, S., Anwar, M., Agamy, N., & Boqvist, S. (2020). Challenges and opportunities towards the development of risk assessment at the consumer phase in developing countries—The case of *Campylobacter* cross-contamination during handling of raw chicken in two middle eastern countries. *Pathogens*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/pathogens9010062>

Igwaran, A., & Okoh, A. I. (2019). Human campylobacteriosis: A public health concern of global importance. *Heliyon*, 5(11), e02814. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02814>

Ineris. (2001). Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque. DRC-01-25419-ERSA-RBn-383/microb6.doc. *Article*, 70, 79. http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Le_risque_biologique_et_la_methode_d_evaluation_du_risque.pdf

Kamala, K., & Kumar, V. P. (2018). Food Products and Food Contamination. In *Microbial Contamination and Food Degradation*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811515-2.00001-9>

Khalid, T., Hdaifeh, A., Federighi, M., Cummins, E., Boué, G., Guillou, S., & Tesson, V. (2020). Review of quantitative microbial risk assessment in poultry meat: The central position of consumer behavior. *Foods*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/FOODS9111661>

Kusumaningrum, H. D., Van Asselt, E. D., Beumer, R. R., & Zwietering, M. H. (2004). A quantitative analysis of cross-contamination of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. via domestic kitchen surfaces. *Journal of Food Protection*, 67(9), 1892–1903. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.9.1892>

Lai, H., Tang, Y., Ren, F., Li, Z., Li, F., Cui, C., Jiao, X., & Huang, J. (2021). An

investigation into the critical factors influencing the spread of campylobacter during chicken handling in commercial kitchens in China. *Microorganisms*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9061164>

Lehours .P et al. (2015). *Rédacteur/Relecteur*. 1–12.

Luber, P., Brynestad, S., Topsch, D., Scherer, K., & Bartelt, E. (2006). Quantification of Campylobacter species cross-contamination during handling of contaminated fresh chicken parts in kitchens. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1), 66–70. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.66-70.2006>

Mattick, K., Durham, K., Hendrix, M., Slader, J., Griffith, C., Sen, M., & Humphrey, T. (2003). The microbiological quality of washing-up water and the environment in domestic and commercial kitchens. *Journal of Applied Microbiology*, 94(5), 842–848. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.01904.x>

Messad, S., Hamdi, T. M., Bouhamed, R., Ramdani-Bouguessa, N., & Tazir, M. (2014). Frequency of contamination and antimicrobial resistance of thermotolerant Campylobacter isolated from some broiler farms and slaughterhouses in the region of Algiers. *Food Control*, 40(1), 324. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.12.016>

Mørretrø, T., Nguyen-The, C., Didier, P., Maître, I., Izsó, T., Kasza, G., Skuland, S. E., Cardoso, M. J., Ferreira, V. B., Teixeira, P., Borda, D., Dumitrascu, L., Neagu, C., Nicolau, A. I., Anfruns-Estrada, E., Foden, M., Voysey, P., & Langsrud, S. (2021). Consumer practices and prevalence of Campylobacter, Salmonella and norovirus in kitchens from six European countries. *International Journal of Food Microbiology*, 347. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109172>

Randhawa, M. A., Asghar, A., Nadeem, M., Ahmad, N., & Sidrah. (2018). Food Safety: Benefits of Contamination Control on Consumers' Health. In *Food Safety and Preservation*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814956-0.00002-0>

Rangan, C. (2008). *HISTORY*.

Reitsma et al. (2008). Campylobacter in the Food Supply. *Campylobacter*, 625–644. <https://doi.org/10.1128/9781555815554.ch35>

Références Bibliographiques

Rosenquist, H., L. N., Nielsen, M. H., Sommer, Nørrung, B., & Christensen, B. B. (2003). EF-Tu Binding Peptides Identified, Dissected, and Affinity Optimized by Phage Display GDP conformation of EF-Tu. Because EF-Tu is abundant in the cell, other functions have been suggested, particularly during periods of cellular stress when protein syn-g. *Chemistry & Biology*, *10*, 161–168. <https://doi.org/10.1016/S>

S.Mezhoud. (2009). *Présenté par POST-GRADUATION SPECIALISEE Filiere Sciences Alimentaires et Nutrition Gestion de la Qualite des Aliments (GESQUAL)*.

Silva, J., Leite, D., Fernandes, M., Mena, C., Gibbs, P. A., & Teixeira, P. (2011). *Campylobacter* spp. As a foodborne pathogen: A review. *Frontiers in Microbiology*, *2*(SEP), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00200>