REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : microbiologie appliquée

Par :

KORICHI Oussama **RIALI Larbi**

BENKENNINE Amina

Thème :

Épidémiologie des Infections entérohémorragiques d'origine bactérienne :analyse des prélèvements cliniques

Soutenue publiquement le : 2023 /2024., Devant le jury composé de :

SALHI Omare	**MCB**	U. Blida	Président
AKLOUL Kamal	**MCB**	U. Blida	Examinateur
RAHAL Mohamed	**MCA**	U. Médéa	Encadreur
METIDJI Abdelkader	**Doctorant**	U. Médéa	Co-Encadreur

Année universitaire 2023/2024

Remerciements

*Avant tout, nous tenons à remercier le" **DIEU** " Tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.*

*Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre encadreur Mr **Rahal Mohamed** pour son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail et pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené convenablement, et à notre Co-encadreur Mr **Metidji Abdelkader** pour son exigence et ses encouragements, en nous faisant partager son expérience et ses connaissances scientifiques, durant la réalisation de ce mémoire.*

Nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir examiné et évaluer notre travail.

*Ainsi, nous tenons à remercier les laboratoires **chiffa** et **hikma** pour nous avoir accueillis au sein de son service.*

Enfin, nous remercions tous ceux et celles qui nous ont aidés de près ou de loin, qu'ils trouvent ici toute notre sympathie et notre profonde gratitude.

Dédicaces

En tout premier lieu, je tiens à remercier le bon ***Dieu*** *le tout puissant de m'avoir donné la force pour survivre, l'audace pour dépasser les difficultés, la Santé, la patience, la volonté et de m'avoir fourni sa bénédiction.*

Je dédie ce travail aux plus proches à mon cœur.

A mes très chers parents pour leurs soutiens, affection et amour, leurs confiances et patiences et pour leurs sacrifices infinis, je le dédie aussi à toute ma famille pour laquelle j'exprime mon amour et mes respects les plus dévoués.

A l'homme, mon précieux offre de dieu qui doit ma vie, ma réussite, et tout mon respect, mon chère père ***Youcef****, Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.*

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère ***Aouaouache Atchi****, Si je suis arrivée là, c'est bien grâce à toi.*

A mes chers frères : ***Sid Ahmed*** *et* ***Mohamed*** *et A mes chères sœurs :* ***Ahlem*** *et* ***Nesrine****, qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.*

Aux enfants de mon frère et ma sœur qui ont volé mon cœur, ***Samia****,* ***Farah****,* ***Assil*** *et* ***Dounia****. Je vous adore.*

A mon beau-frère et ma belle-sœur ***Mohamed*** *et* ***Ikram****.*

A tous les membres des deux familles ***Benkennine*** *et* ***Atchi.***

Sans oublier ma moitié, je t'aime.

A mes binômes, ***Oussama*** *et* ***Larbi****, qui ont partagé avec moi les moments difficiles ainsi que les moments de joie tout au long de ce travail, je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude. C'est avec fierté que nous avons accompli cette tâche ensemble.*

A tous mes amis qui me sont chers : ***Amira, Zahra****,* ***Fatma****,* ***Sabah****,* ***Kawther****,* ***Imene****,* ***Meriem****,* ***Ratiba, Rajaa*** *et* ***chahinez****.*

A tous les membres de la promo microbiologie appliquée.

Et à toute personne à qui ma réussite est importante.

Amina.

Dédicaces

À ma famille,

Pour votre amour inconditionnel, votre soutien constant et vos encouragements infatigables. Chacun de vous a été ma source de force tout au long de ce voyage académique. Merci pour votre patience, vos conseils et votre foi en moi.

À mes amis,

Pour les moments de détente, les discussions inspirantes et les rires partagés qui ont rendu cette aventure mémorable. Votre amitié a illuminé chaque étape de ce chemin.

À mes professeurs et mentors,

Pour votre expertise, vos conseils éclairés et votre passion pour le savoir. Vous m'avez guidé avec patience et m'avez poussé à dépasser mes limites académiques.

À tous ceux qui ont contribué à cette réussite,

Votre soutien a été précieux et votre impact durable. Ce mémoire est le fruit de notre collaboration et de votre précieuse influence.

OUSSAMA

Dédicaces

En tout premier lieu, je tiens à remercier le bon Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force pour survivre, l'audace pour dépasser les difficultés, la Santé, la patience, la volonté et de m'avoir fourni sa bénédiction.

Je dédie ce travail aux plus proches à mon cœur.

A mes très chers parents pour leurs soutiens, affection et amour, leurs confiances et patiences et pour leurs sacrifices infinis, je le dédie aussi à toute ma famille pour laquelle j'exprime mon amour et mes respects les plus dévoués.

A mes chers frères qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

A tous les membres de ma famille ***Riali***

A mes binômes, ***Oussama*** et ***Amina***, qui ont partagé avec moi les moments difficiles ainsi que les moments de joie tout au long de ce travail, je tiens à vous exprimer ma profonde gratitude. C'est avec fierté que nous avons accompli cette tâche ensemble.

A tous les membres de la promo microbiologie appliquée.

Et à toute personne à qui ma réussite est importante.

Larbi

Résumé

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne sont des infections intestinales causées par des bactéries pathogènes. Elles constituent un problème de santé publique majeur.

L'objectif principal de cette recherche est de déterminer la prévalence et l'incidence des infections entérohémorragiques d'origine bactérienne et d'identifier les principaux agents pathogènes responsables de ces infections et leurs caractéristiques épidémiologiques (souches, sérotypes, etc.).

L'étude a été réalisée sur un total de 272 souches d'Escherichia coli isolées à partir des prélèvements urinaires et 18 souches isolées à partir des prélèvements des selles. Les souches ont été identifiées et caractérisées à l'aide des méthodes biochimiques et d'antibiogrammes standard. La confirmation et l'identification des souches d'EHEC ont été réalisées sur la gélose sélective Mac Conkey sorbitol (SMAC), et la confirmation et l'identification des souches de salmonelle ont été réalisées sur la gélose sélective Salmonella-Shigella (S-S), toutes les souches identifiées ont été testées vis-à-vis de la sensibilité de leurs antibiotiques. Cette étude nous a montré 39 souches d'EHEC, par contre 233 souches non EHEC. La fréquence de l'infection d'EHEC était plus élevée chez le sexe féminin (85 %) par rapport au sexe masculin (15 %), la tranche d'âge la plus touchée est celle de 25/30 ans et les enfants de moins de 5 ans. D'autre part, cette étude nous a monté 4 souches de salmonella. Les patients infectés étaient âgés de 11 à 46 ans et étaient des mâles et des féminines.

En outre, les résultats de l'antibiogramme ont montré une résistance avec un taux de 94 % et 92 % respectivement à l'ampicilline et à l'amoxicilline-clavulanate, et un pourcentage assez important de 41 % à Céfazoline. Une sensibilité entre 59 % jusqu'à 100 % pour le reste des antibiotiques. Concernant l'antibiogramme de Salmonella, une sensibilité de 100 % à tous les antibiotiques.

Cette étude met en évidence une prévalence importante des IEH à EHEC dans la région étudiée, en particulier chez les femmes et les jeunes enfants. Les souches d'EHEC présentaient une multirésistance aux antibiotiques. Les résultats de cette étude ont des implications importantes pour la santé publique et la mise en place de stratégies de prévention et de traitement des IEH.

Mots clés : Infection entérohémorragique (IEH), EHEC, Salmonella, Santé publique.

Abstract

Enterohemorrhagic infections (EHI) of bacterial origin are intestinal infections caused by pathogenic bacteria. They constitute a major public health problem.

The main aim of this research is to determine the prevalence and incidence of enterohemorrhagic infections of bacterial origin, and to identify the main pathogens responsible for these infections and their epidemiological characteristics (strains, serotypes, etc.).

The study was carried out on a total of 272 Escherichia coli strains isolated from urine samples and 18 strains isolated from stool samples. Strains were identified and characterized using standard biochemical methods and antibiograms. Confirmation and identification of EHEC strains was carried out on Mac Conkey sorbitol selective agar (SMAC), and confirmation and identification of Salmonella strains was carried out on Salmonella-Shigella selective agar (S-S). All strains identified were tested for antibiotic susceptibility. This study revealed 39 EHEC strains, and 233 non-EHEC strains. The frequency of EHEC infection was higher in females (85%) than males (15%), and the age group most affected was 25/30 years and children under 5 years. The study also revealed 4 strains of salmonella. Infected patients ranged in age from 11 to 46, and included both males and females.

Antibiotic susceptibility test results showed resistance of 94% and 92% respectively to ampicillin and amoxicillin-clavulanate, and a substantial 41% to Cefazolin. Sensitivity ranged from 59% to 100% for the rest of the antibiotics. Salmonella susceptibility testing showed 100% sensitivity to all antibiotics.

This study highlights the high prevalence of EHEC IEH in the region studied, particularly among women and young children. EHEC strains were multiresistant to antibiotics. The results of this study have important implications for public health and the implementation of strategies for the prevention and treatment of EHEC.

Key words: Enterohemorrhagic infection (EHI), EHEC, Salmonella, Public health.

الملخص

مشكلة صحية عامة كبيرة.الالتهابات النزفية المعوية ذات المنشأ البكتيري هي التهابات معوية تسببها البكتيريا المسببة للأمراض. وهي

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحديد مدى انتشار وحدوث الالتهابات المعوية النزفية المعوية ذات المنشأ البكتيري المصلية. وتحديد مسببات الأمراض الرئيسية المسؤولة عن هذه الالتهابات وخصائصها الوبائية (السلالات، والأنماط وما إلى ذلك.

أجريت الدراسة على ما مجموعه 272 سلالة من الإشريكية القولونية المعزولة من عينات البول و18 سلالة معزولة من عينات البراز. تم تحديد السلالات وتوصيفها باستخدام الطرق الكيميائية الحيوية القياسية والمضادات الحيوية. تم إجراء تأكيد وتحديد ، وتم تأكيد وتحديد سلالات السالمونيلا على أجار (SMAC) على أجار ماك كونكي السوربيتول الانتقائي EHEC سلالات بكتيريا تم اختبار جميع السلالات التي تم تحديدها لمعرفة مدى حساسيتها للمضادات الحيوية. كشفت .(S-S) السالمونيلا-الشيغيلا الانتقائي أعلى في EHEC كان تواتر الإصابة بعدوى .EHEC و233 سلالة من غير EHEC هذه الدراسة عن وجود 39 سلالة من سلالات الإناث (85%) من الذكور (15%)، وكانت الفئة العمرية الأكثر إصابة هي 30/25 سنة والأطفال دون سن الخامسة. كشفت هذه الدراسة أيضًا عن 4 سلالات من السالمونيلا. تراوحت أعمار المرضى المصابين بين 11 و46 عامًا، وشملت الذكور والإناث على حد سواء.

أظهرت اختبارات الحساسية للمضادات الحيوية مقاومة للأمبيسيلين وأموكسيسيلين-كلافولانات بمعدلات 94% و92% على التوالي، ومقاومة للسيفازولين بمعدل مرتفع إلى حد ما بلغ 41%. وتراوحت الحساسية من 59% إلى 100% للمضادات الحيوية الأخرى. أظهر اختبار الحساسية للسالمونيلا حساسية بنسبة 100% لجميع المضادات الحيوية.

في المنطقة التي شملتها الدراسة، لا سيما بين EHEC IHE وتسلط هذه الدراسة الضوء على ارتفاع معدل انتشار عدوى فيروس متعددة المقاومة للمضادات الحيوية. وتترتب على نتائج هذه الدراسة آثار مهمة على EHEC النساء والأطفال الصغار. كانت سلالات الصحة العامة وتنفيذ استراتيجيات للوقاية من مرض الاستهلاك المعدي المائي المائي عالي الكثافة وعلاجه.

Liste des abréviations

IEH : Les infections entérohémorragiques.

GEA : gastro-entérites aiguës.

SHU : Le syndrome hémolytique et urémique.

EHEC : Escherichia coli entérohémorragique.

STEC : Escherichia coli producteurs de shigatoxines.

Stx : Shiga-toxine.

EPEC : E. coli entéropathogène.

EIEC : E. coli entero-invasifs.

ETEC : E. coli entéro-toxinogène.

LEE : Locus d'attachement et d'effacement.

A/E: Attaching and effacing.

PCR : Polymerase Chain Reaction.

T3SS : système de sécrétion de type III.

LPS : le lipopolysaccharide.

Vi : l'antigène capsulaire.

ADN : acide désoxyribonucléique.

ShET : l'entérotoxine de Shigella.

TDH : l'hydrogène direct thermostable.

HC : colite hémorragique.

InVS : l'Institut national de veille sanitaire.

SMAC: milieu MacConkey sorbitol.

FOB: Fecal Occult Blood.

TSI : Triple Sugar Iron Agar.

CA-SFM : la Société Française de Microbiologie.

NTS : Les salmonelles non typhiques.

GFN : infections d'origine alimentaire.

SNT : Salmonella non typhoïdique.

Liste des tableaux

Tableau I: Synthèse des principales épidémies mondiales d'infections à EHEC, d'après AFSSA, 2003 (61) ; Brugère et al., 2012 (74) ; Espié et al., 2007 (75) ; EFSA, 2020 (45) et les données du CDC (Centers for Disease Control and Prevention.....17
Tableau II:Serotypes of Non-Typhoidal Salmonella isolated in different cities in Algeria. 24
Tableau III:Represent de la fréquence d'antibiogramme des souches d'EHEC vis-à-vis de différent types.....41
Tableau IV : résultats montre l'apparition de salmonella responsable d'infection entérohémorragique selon l'âge, le sexe et les antécédents. 43
Tableau V: Résultat de l'antibiogramme de 4 souches de salmonella vis-à-vis de différents types D'antibiotiques. 43

Liste des figures

Figure I : Évolution clinique des infections à Escherichia coli entérohémorragique(Gouali and Weill, 2013) 4
Figure II : Schéma illustre la transmission et les différents réservoirs principaux d'EHEC O157:H7(Gambushe et al., 2022) 5
Figure III : Nombre de cas de SHU de 1996 à 2014 et incidence annuelle pour 100 000 enfants Nombre de 17
Figure IV :Examples of incident ,notification, and isolation parts of the world (Bangtrakulnonth and Tishyadhigame; 2006) 21
Figure V:Localisation géographique et répartition de l'infection NTS signalée avec un accent sur le nord de l'Algérie. Les couleurs représentent les villes où l'infection NTS a été signalée au cours des 12 dernières années. 23
Figure VI : les prélèvements urinaires (photo originale 2024) 39
Figure VII : observation des urines a l'état frais sous microscope (photo originale 2024) 39
Figure VIII: colonies d'E. Coli sur milieu chromAgar (colonies rose foncé) (photo originale 2024) 40
Figure IX : préparation de milieu SMAC (photo originale 2024) 41
Figure X: colonies d'E. Coli sur milieu MacConkey Sorbitol (photo originale 2024) 41
Figure XI: test FOB positive (apparition de deux ligne rose)(photo originale 2024). 42
Figure XII: prélèvement des selles (photo originale 2024). 43
Figure XIII : préparation de suspension de selles (photo originale 2024) 43
Figure XIV : bouillon SFB (photo originale 2024) Figure XV : additif SFB (photo originale 2024) 44
Figure XVI : colonies salmonella sur milieu hektoen (colonies vert) (photo originale 2024) 44
Figure XVII : préparation de la galerie (photo originale 2024) 45
Figure XVIII: préparation de suspension bactérienne (photo originale 2024) 46
Figure XIX: ensemencement de suspension bactérienne sur Mueller Hinton (photo originale 2024) . 46
Figure XX:application des disques d'antibiogramme (photo originale 2024). 47
Figure XXI: antibiogramme après période d'incubation (photo originale 2024). 28
Figure XXII : répartition des résultats dans l'ECBU depuis janvier a mai selon les deux sexes. 38
Figure XXIII: résultat montre le pourcentage d'implication d'EHEC par rapport aux non-EHEC dans des souches d'E.Coli. 39
Figure XXIV: A. Distribution globale des souches d'EHEC selon le sexe B. Répartition des résultats d'infection par EHEC selon le sexe et l'âge. 39
Figure XXV: résultats montre le pourcentage des patients selon les 8 paramétrés (diabétique, cardiaque, hta, sous ATB, insuffisance rénale, grosses, fièvre et autre) pour les patients atteints par EHEC. 40
Figure XXVI: Le profil de résistance d'EHEC isolés aux différents antibiotiques testes 41

Table des matières

Introduction 1

I. Les infections entérohémorragiques d'origine bactérienne 1

I.1 Définition 1

I.2 Symptômes 1

I.3 Impact sur la santé public et l'économie 1

II. Les bactéries responsables des infections entérohémorragiques 3

II.1 Escherichia coli 3

II.1.1 Généralité 3

II.1.2 Réservoirs 4

II.1.3 Transmission 4

II.1.4 Pouvoir pathogène 5

II.1.5 Facteur de virulence 5

II.1.6 Diagnostic 6

II.2 Salmonella 6

II.2.1 Généralité 6

II.2.2 Réservoir 7

II.2.3 Transmission 8

II.2.4 Pouvoir pathogène 9

II.2.5 Facteurs de virulence 9

II.2.6 Diagnostic 9

II.3 Shigella 10

II.3.1 Généralité 10

II.3.2 Réservoir 10

II.3.3 Transmission 10

II.3.4 Pouvoir pathogène 11

II.3.5 Facteurs de virulence 11

II.3.6 Diagnostic 11

II.4 Campylobacter 12
II.5 Vibrio parahaemolyticus 13
II.6 Aeromonas 13
II.7 Yersinia enterocolitica 14
III. Epidémiologie 15
III.1 Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) 15
III.1.1 Principales épidémies mondiales 15
III.1.2 Europe 17
III.1.3 Amerique 18
III.1.4 d'Asie: 19
III.1.5 En Afrique 19
III.2 Salmonelle 20
III.2.1 Principales épidémies mondiales 21
III.2.2 En Afrique 22
I. Matériel et méthodes 38
I.1 Problématique et objectif 38
I.2 Type et période d'étude 38
I.3 Cadre d'étude 38
I.4 Critères d'inclusion 38
I.5 Matériels et méthodes 38
I.5.1 Protocol d'isolement et d'identification à partir des urines 38
I.5.2 Protocol d'isolement à partir des selles 42
I.5.3 Confirmation par La galerie API 20 E 45
I.5.4 Test de sensibilité aux antibiotiques (Antibiogramme) 46
I.5.5 Conservation des souches 28
I. Résultats 38
I.1 Répartition des résultats dans l'ECBU 38
I.1.1 Répartition des résultats selon les pathotypes identifie d'Escherichia coli 38

I.1.2 Répartition des résultats d'infection par Escherichia coli entérohémorragique selon l'âge et le sexe : 39

I.1.3 Répartition selon les antécédents des patients : 40

I.1.4 Résultats d'antibiogramme : 40

I.2 Répartition des résultats de coproculture : 43

I.2.1 Résultats d'antibiogrammes 43

II. Discution 43

Conclusion 46

Références bibliographiques 47

Introduction

Les enfants du monde entier sont confrontés à environ 1,7 milliard de cas de diarrhée chaque année. Cette maladie cause malheureusement la mort de 525 000 enfants de moins de 5 ans chaque année, ce qui en fait la deuxième cause de décès dans cette tranche d'âge. De plus, la diarrhée est un facteur important de malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans (Émile, 2020).

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne sont des infections intestinales causées par des bactéries : Escherichia coli (E. coli), Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio parahaemolyticus, Les Aeromonas spp et Yersinia entrocolitica. Escherichia coli (E. coli), Salmonella et Shigella sont les principales causes de cette infection (Kelly, 2015).

Elles constituent un problème de santé publique majeur. Les symptômes sont des diarrhées sanglantes, des douleurs abdominales, des crampes et parfois de la fièvre (Gouali and Weill, 2013).Le syndrome hémolytique et urémique (SHU), une complication grave des (IEH), parfois mortelle. Il touche principalement les jeunes enfants, de moins de 5 ans, mais peut également survenir chez les adultes. Il peut entraîner une insuffisance rénale aiguë et la mort (Thiongane et al., 2016).

L’infection entérohémorragique peut être transmis par la consommation d'aliments contaminés (comme la viande hachée insuffisamment cuite, le lait cru, et les produits frais) ou d'eau contaminée (Goto and Shirano, 2012), et aussi peut être transmis par le Contact avec des animaux, particulièrement les bovins et les ovins, peut également être une source d’infection (Tarr et al., 2005). La transmission interhumaine est possible, en particulier dans les environnements où l'hygiène est défaillante, comme les crèches ou les garderies. La transmission se fait par contact direct avec les mains contaminées d'une personne infectée (Stephan and Untermann, 1999).

L’objectif principale de cette recherche est de déterminer la prévalence et l'incidence des infections entérohémorragiques d'origine bactérienne et identifier les principaux agents pathogènes responsables de ces infections et leurs caractéristiques épidémiologiques (souches, sérotypes, etc.).

Etude Bibliographique

I. LES INFECTIONS ENTEROHEMORRAGIQUES D'ORIGINE BACTERIENNE

I.1 Définition

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne sont des infections intestinales causées par des bactéries, principalement Escherichia coli (E. coli) Salmonella et Shigella. Il y'a d'autre bactéries qui peuvent cause rarement l'IEH telle que : Campylobacter, Vibrio parahaemolyticus, Les Aeromonas spp, Yersinia entrocolitica. Elles se caractérisent par des diarrhées sanglantes, des douleurs abdominales, des crampes et parfois de la fièvre. Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne constituent un problème de santé publique majeur. Elles sont responsables de morbidité et de mortalité significatives, en particulier chez les enfants et les personnes âgées (Kelly, 2015).

Le syndrome hémolytique et urémique (SHU), une complication grave des (IEH), peut entraîner une insuffisance rénale aiguë et la mort (Thiongane et al., 2016).

I.2 Symptômes

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne se caractérisent par des diarrhées sanglantes, des douleurs abdominales, des crampes et parfois de la fièvre (Kelly, 2015).

Ils peuvent revêtir plusieurs aspects dont le plus fréquent est la colite hémorragique caractérisée par des crampes abdominales, une diarrhée initialement aqueuse puis sanglante chez un patient généralement apyrétique ou subfébrile. La diarrhée sanglante est trouvée dans 90 % des cas diagnostiqués. Des nausées, des vomissements, des céphalées et des frissons ont également été rapportés, mais leur fréquence est plus faible. La période d'incubation est de 2 à 10 jours et l'évolution est, dans 90 % des cas, favorable (Gouali and Weill, 2013)

Le syndrome hémolytique et urémique (SHU), une complication grave des (IEH). Il survient souvent brutalement après une diarrhée prodromique sanglante, en moyenne une semaine après le début des symptômes digestifs. Il représente la première cause d'insuffisance rénale du nourrisson et correspond à des lésions de microangiopathie thrombotique glomérulaire ou de nécrose corticale. Il est caractérisé par une triade de symptômes associant une anémie hémolytique avec schizocytose, une thrombopénie et une insuffisance rénale aiguë. D'autres organes peuvent être touchés comme le foie, le pancréas et le système nerveux central dont l'atteinte représente actuellement la principale cause du décès (Gouali and Weill, 2013).

I.3 Impact sur la santé public et l'économie

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne constituent un problème de santé publique majeur. Elles sont responsables de morbidité et de mortalité significatives, en particulier chez les enfants et les personnes âgées (Kelly, 2015).

Les enfants du monde entier sont confrontés à environ 1,7 milliard de cas de diarrhée chaque année. Cette maladie cause malheureusement la mort de 525 000 enfants de moins de 5 ans chaque année, ce qui en fait la deuxième cause de décès dans cette tranche d'âge.

De plus, la diarrhée est un facteur important de malnutrition chez les enfants d moins de 5 ans (Émile, 2020).

Ces infections entériques, ayant comme principal symptôme des diarrhées pouvant se révéler très graves, demeurent une cause majeure de morbidité et de mortalité chez l'humain et ce, au niveau mondial (Alvarez-Olmos and Oberhelman, 2001)

L'incidence exacte des IEH en Algérie est inconnue en raison d'un système de surveillance épidémiologique insuffisant.

Des études locales ont montré que Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC) est le principal agent pathogène responsable des IEH chez les enfants. La contamination des eaux de surface et des aliments par les bactéries entérohémorragiques est un problème important en Afrique(Lupindu, 2018).

En France, la surveillance des infections à EHEC repose sur la surveillance des SHU chez les enfants de moins de 15 ans. L'incidence annuelle est de 0,8/100 000 enfants de moins de 15 ans avec prédominance du sérotype O157 :H7. Les EHEC constituent l'un des six pathovars définis de l'espèce E. coli caractérisés par leur capacité à produire des cytotoxines de la famille des Shiga-toxines et font partie d'un groupe plus important que l'on appelle les Shiga toxin-producing E. coli (STEC) (Gouali and Weill, 2013)

L'augmentation des maladies non transmissibles, chroniques et dégénératives causées par la transition sanitaire et l'incidence croissante des maladies avec le vieillissement de la population, appellent les pouvoirs publics à réfléchir. Une révision des politiques de santé sera faite des travaux de art. Malheureusement, en Algérie, Le manque de ressources pour la surveillance et le contrôle des IEH et le manque de statistiques fiables a créé un obstacle majeur à la planification d'une offre de soins de santé appropriée, malgré les investissements de l'État au profit du secteur de la santé ces dernières années.

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne peuvent avoir un impact sur l'économie augmenter les coûts des soins de santé, en raison des hospitalisations et des soins médicaux nécessaires, Nuire à l'industrie agroalimentaire, en raison des rappels de produits et des fermetures d'établissements (Buzby and Roberts, 2009).

Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne sont des infections intestinales causées par des bactéries, principalement Escherichia coli (E. coli) Salmonella et Shigella. Elles se caractérisent par des diarrhées sanglantes, des douleurs abdominales, des crampes et parfois de la fièvre. Les infections entérohémorragiques (IEH) d'origine bactérienne constituent un problème de santé publique majeur. Elles sont responsables de morbidité et de mortalité significatives, en particulier chez les enfants et les personnes âgées (Kelly, 2015).

Les enfants du monde entier sont confrontés à environ 1,7 milliard de cas de diarrhée chaque année. Cette maladie cause malheureusement la mort de 525 000 enfants de moins de 5 ans chaque année, ce qui en fait la deuxième cause de décès dans cette tranche d'âge. De plus, la diarrhée est un facteur important de malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans (Émile, 2020).

Les virus sont les premiers responsables des gastro-entérites aiguës (GEA), suivis par les bactéries (Campylobacter > Salmonella > Shigella) ; les parasites sont rarement impliqués. D'une manière générale, les GEA sont plus fréquentes et plus graves chez les enfants (Émile, 2020).

Le syndrome hémolytique et urémique (SHU), une complication grave des (IEH), peut entraîner une insuffisance rénale aiguë et la mort (Thiongane et al., 2016).

L'incidence exacte des IEH en Algérie est inconnue en raison d'un système de surveillance épidémiologique insuffisant.

Des études locales ont montré que Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC) est le principal agent pathogène responsable des IEH chez les enfants. La contamination des eaux de surface et des aliments par les bactéries entérohémorragiques est un problème important en Afrique(Lupindu, 2018).

L'augmentation des maladies non transmissibles, chroniques et dégénératives causées par la transition sanitaire et l'incidence croissante des maladies avec le vieillissement de la population, appellent les pouvoirs publics à réfléchir. Une révision des politiques de santé sera faite des travaux de art. Malheureusement, en Algérie, Le manque de ressources pour la surveillance et le contrôle des IEH et le manque de statistiques fiables a créé un obstacle majeur à la planification d'une offre de soins de santé appropriée, malgré les investissements de l'État au profit du secteur de la santé ces dernières années.

II. LES BACTERIES RESPONSABLES DES INFECTIONS ENTEROHEMORRAGIQUES

II.1 Escherichia coli

II.1.1 Généralité

E. coli est une bactérie Gram-négative, en forme de bâtonnet (bacille), non sporulée et aéro-anaérobie facultative. Elle fait partie de la famille des Enterobacteriacea et est naturellement présente dans le tube digestif des humains et des animaux à sang chaud. La plupart des souches d'E. coli sont inoffensives et contribuent à la digestion. Cependant, certaines souches peuvent causer des maladies, notamment des infections entérohémorragiques (Leimbach et al., 2013).

L'infection entérohémorragique à E. coli (EHEC) est une maladie causée par une bactérie Escherichia coli (E. coli) productrice de Shiga toxines. Cette bactérie peut provoquer des diarrhées sanglantes, des douleurs abdominales et, dans certains cas, des complications graves (Mariani-Kurkdjian and Bonacorsi, 2016). La souche la plus connue d'EHEC est O157 :H7, mais d'autres souches peuvent également causer des infections (Gambushe et al., 2022).

Les Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC) provoquent des épidémies de diarrhée sanglante et de syndrome hémolytique et urémique (SHU) dans le monde entier en raison de la production de toxine Shiga (Stx), qui provoque la mort cellulaire des cellules endothéliales. Divers facteurs tels que la température, les antibiotiques et la détection du quorum régulent l'expression de Stx, ce qui complique le traitement (Pacheco and Sperandio, 2012).

Les premiers symptômes surviennent en moyenne 3 à 4 jours après ingestion de la bactérie et sont gastro-intestinaux : crampes abdominales et diarrhée initialement aqueuse puis sanglante. Les patients présentent peu ou pas de fièvre. La maladie évolue vers un syndrome hémolytique et urémique (SHU) dans 5 à 8 % des cas. Les symptômes du SHU surviennent en général dans les sept jours qui suivent le début de la diarrhée. Les signes évocateurs sont une grande fatigue, une pâleur et une diminution du volume des urines. Le SHU nécessite une prise en charge hospitalière avec, pour les formes les plus graves, dialyse et/ou transfusion sanguine (“Aliments contaminés par la bactérie E. coli,” 2022)

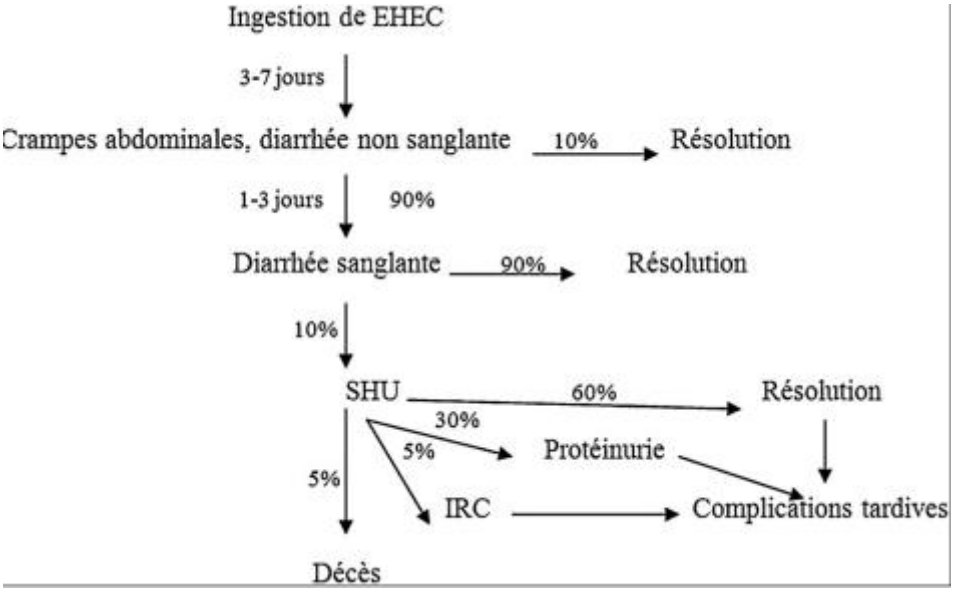


Figure I : Évolution clinique des infections à Escherichia coli entérohémorragique(Gouali and Weill, 2013)

II.1.2 Réservoirs

Les Escherichia coli entérohémorragiques peuvent être isolés de l’intestin de nombreuses espèces animales. Les animaux peuvent constituer un réservoir et la dissémination dans l’environnement provient essentiellement de contaminations fécales. Ils Peuvent aussi contaminer l’eau, les sous-produits d’activités agroalimentaires et les aliments pour animaux. Dans le cas des Escherichia coli entérohémorragiques, les bovins et les ovins, semblent constituer le principal réservoir. Le risque de la contamination des denrées alimentaires d’origine animal est fonction de l’importance du portage animal, mais également du respect des procédures d’hygiène appliquées notamment en abattoir et dans les ateliers de transformation (Tarr et al., 2005)

De très nombreux animaux sont susceptibles de porter les E. coli productrices de shigatoxines. Le portage est alors asymptomatique (Persad and LeJeune, 2014). Les bovins constituent un réservoir naturel pour E. coli O157 :H7, l'agent pathogène étant transporté dans leurs matières fécales, infectant potentiellement 1 % à 50 % des vaches en bonne santé (Gambushe et al., 2022).

II.1.3 Transmission

E. coli O157 :H7 est classé comme agent pathogène d'origine alimentaire et peut être transmis par divers aliments contaminés, notamment les légumes, les produits carnés, le bœuf haché et les produits laitiers non pasteurisés. Les bovins et les ovins sont les principaux

réservoirs d'E. coli O157 :H7, et leur libération fécale peut contaminer l'eau, le sol et les aliments, entraînant des maladies humaines (Gambushe et al., 2022). L'EHEC est principalement transmis à l'homme par la consommation d'aliments contaminés, en particulier de viande crue ou insuffisamment cuite, de lait non pasteurisé et de produits frais ayant été en contact avec des matières fécales animales contenant la bactérie (Goto and Shirano, 2012).

Les épidémies d'origine hydrique sont généralement liées à la consommation d'eau potable ou à l'apport accidentel de l'eau. Entre 1997 et 2004, le système de surveillance américain a signalé que 6 % des épidémies d'origine hydrique étaient liées à Escherichia coli entérohémorragiques, contre 3 % au Royaume-Uni (Dziuban et al., 2006, pp. 2003–2004)

Transmission interhumaine : Le portage sain humain d'Escherichia coli entérohémorragique existe mais semble rare et transitoire (89,90). La majorité des cas résulte d'une contamination indirecte mise en évidence chez les personnes en contact avec les malades (Stephan and Untermann, 1999)

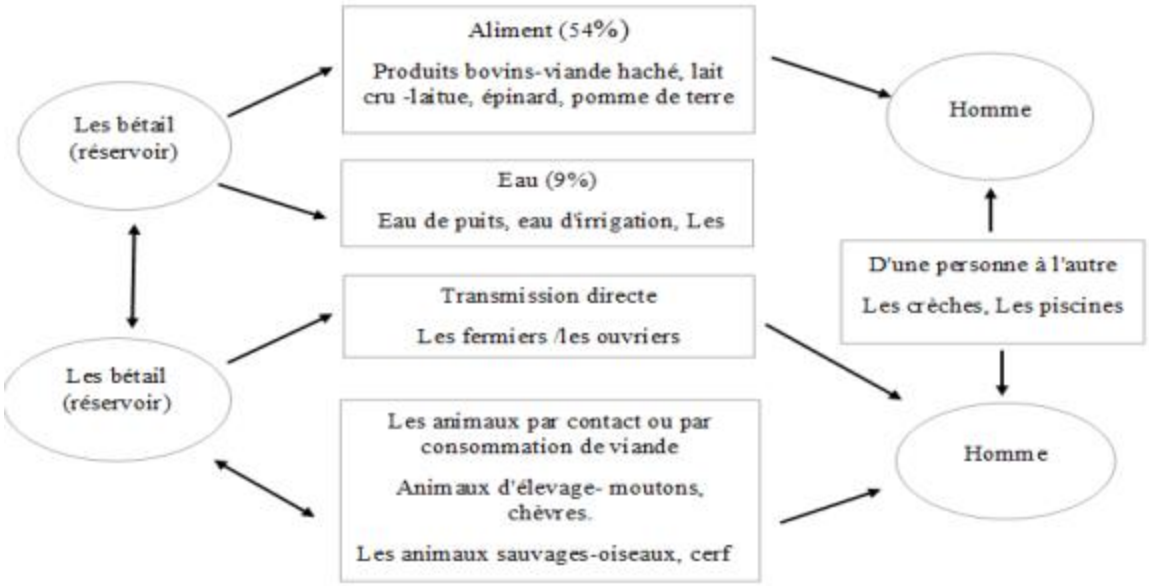


Figure II : Schéma illustre la transmission et les différents réservoirs principaux d'EHEC O157:H7(Gambushe et al., 2022)

II.1.4 Pouvoir pathogène

Les cinq principaux pathotypes d'E. coli qui causent la diarrhée chez l'homme sont l'EPEC (Enteropathogenic E. Coli), le Shiga toxin-producing E.coli/Enterohémorragique E.Coli (STEC/EHEC), Shigella / Enteroinvasive E.coli (EIEC), l'Enteroaggregative E. (ETEC) (Yang et al., 2017). EHEC sont classés typiques et atypiques, avec une molécule de pathogénicité : "Locus of Enterocyte Effacement" (LEE), qui code les protéines responsables de lésions A/E (Stevens and Frankel, 2014).

II.1.5 Facteur de virulence

Les toxines Shiga sont les principaux facteurs de virulence dans les agents pathogènes de l'EHEC tels que la SHU, qui se trouvent dans les cellules endothéliales du coccus, du foie et du cerveau chez l'homme. Ils sont de deux types, appelés vérotoxines, et se composent de

deux sous-unités (Pacheco and Sperandio, 2012). Le gène eae code pour l'intimine et est utilisé comme marqueur de substitution pour la région LEE, qui code pour les protéines responsables de l'adhésion avec la cellule hôte (Stevens and Frankel, 2014). Le gène bfpA, utilisé comme marqueur de l'opéron des pilis formant des faisceaux, décrit comme essentiel pour la fixation aux cellules épithéliales (Sadiq et al., 2014).

II.1.6 Diagnostic

II.1.6.1 Diagnostic biologique :

Le diagnostic de certaines infections à Escherichia coli repose sur la détection des gènes de virulence et des souches produisant des shiga-toxines (stx1 et/ou stx2) dans les selles ou à partir d'un écouvillon rectal. Il est essentiel de prélever les échantillons de selles dès que possible après l'apparition des symptômes (généralement dans les 4 à 6 jours), car le nombre de bactéries diminue rapidement au cours de l'infection, ce qui améliore la sensibilité du test.(Gouali and Weill, 2013). Les souches d'Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) du sérotype O157:H7 se distinguent généralement par leur incapacité à fermenter le sorbitol. Cela facilite leur isolement en utilisant des milieux de culture tels que le milieu MacConkey contenant du sorbitol (Newell and La Ragione, 2018).

La recherche des gènes de virulence, tels que stx1, stx2 et leurs variants, est habituellement effectuée par PCR. Plusieurs systèmes PCR ont été développés à cet effet. En cas de résultat positif, il est essentiel d'isoler et d'identifier la souche pathogène, puis de la caractériser (Gouali and Weill, 2013). Parallèlement à la PCR, les tests ELISA permettent également la détection des souches d'E. coli entérohémorragiques (STEC) dans les échantillons de selles (Gouali and Weill, 2013)

II.1.6.2 Test biochimique :

Escherichia coli entérohémorragique O157 :H7 ont les mêmes caractères biochimiques que les autres Escherichia coli. Pour son identification biochimique, on utilise des galeries d'identification classique des entérobactéries : Les Escherichia coli entérohémorragiques sont oxydase négatifs, fermentent le lactose et le glucose avec production de gaz, réduisent les nitrates en nitrites, catalase positifs, ß- 56 glucuronidase négative, et sorbitol négative (Kern-Benaibout, 2006).

II.1.6.3 Anti bio gramme :

La bactérie E. coli O157 :H7 est très résistante à de nombreux antibiotiques, La bactérie développe facilement une résistance et ont été résistantes à divers antibiotiques au fil du temps Il présente une résistance à différents antibiotiques, tels que les quinolones, les aminoglycosides, les macrolides, les céphalosporines, les sulfamides, les fluoroquinolones et les tétracyclines. Cette résistance est due à la présence de gènes spécifiques de résistance aux antibiotiques dans le génome de la bactérie (Gambushe et al., 2022).

II.2 Salmonella

II.2.1 Généralité

Salmonella est une bactérie largement répandue, capable de provoquer des maladies chez l'homme, notamment des fièvres entériques, des gastro-entérites et des septicémies.

En plus de sa capacité à infecter les humains, est également pathogène pour de nombreuses espèces animales (Cevallos Almeida, 2018a).

La salmonella est un bacille gram-négatif appartenant au genre Salmonella à la famille des Enterobacteriacea qui réside dans les intestins de personnes et d'animaux. Il peut être trouvé chez les oiseaux sauvages et les animaux domestiques, servant de réservoir (Bianchi et al., 2023).

Salmonella est largement présente dans l'environnement, l'eau et les produits alimentaires contaminés, et peut causer une variété d'infections chez les humains et les animaux. Salmonella infection peut causer diverses maladies chez les humains, telles que la fièvre typhoïde, la septicémie, des infections localisées de divers tissus corporels et la gastro-entérite et Les maladies diarrhéiques aiguës (Ryan et al., 2017) .

La salmonella peut déclencher diverses maladies chez l'homme, allant de la gastro-entérite, souvent causée par S. Typhimurium et S. Enteritidis, S. Typhimurium est fréquemment identifié parmi les sérovars associés aux cas de diarrhée chez l'humain. Bien que tous les sérovars de Salmonella présentent un potentiel pathogène pour l'homme, peu sont liés à des maladies graves (Lindstedt et al., 2000).

Certaines souches de salmonelle comme une souche de Salmonella typhimurium capable de produire des Shiga toxine qui sont responsable à colite hémorragique (O'Brien and Holmes, 1987) , est classé comme agent pathogène d'origine alimentaire et peut être transmis par divers aliments contaminés, notamment les légumes, les produits carnés, le bœuf haché et les produits laitiers non pasteurisés (Popa and Papa, 2021) .

II.2.2 Réservoir

Le principal réservoir de Salmonella est l'intestin des humains et des animaux, mais l'organisme a également été identifié chez les reptiles et les insectes. Il existe un large éventail de sources d'infection à Salmonella, les œufs, la viande, les produits laitiers, les légumes et l'eau sont les plus importants (Brenner et al., 2000). Dans les pays développés, la source d'infection la plus courante est la nourriture. L'identification de la source de nourriture causant la maladie est parfois difficile, mais c'est la mesure la plus importante pour prévenir la propagation de l'infection (Shi et al., 2015). Une étude récente publiée dans PLoS One attire l'attention sur le nombre croissant de cas d'infection à Salmonella en Australie. Ils ont observé une augmentation soutenue des cas entre 2000 et 2013, impliquant à la fois Salmonella Typhimurium et Salmonella non Typhimurium. Ils estiment qu'en Australie, dans plus de 70 % des cas, la source était la nourriture (Pires et al., 2014).

L'eau pourrait représenter une source de contamination (Ford et al., 2016, pp. 2000–2013). Pires et al. Ont analysé plusieurs épidémies et ont observé que les œufs et la viande (poulet, porc) restent les sources les plus importantes, mais les légumes et les fruits ne doivent pas être négligés (Shi et al., 2015). Le poulet et les autres oiseaux peuvent être porteurs du

micro-organisme et l'exposition à ces oiseaux a été associée à l'acquisition de l'infection (Seif et al., 2019)

Les souches de Salmonella peuvent entrer dans la chaîne de production alimentaire à partir de sources animales ou environnementales ou d'opérateurs alimentaires asymptomatiques(Bianchi et al., 2023). Selon le rapport annuel sur les zoonoses dans l'Union européenne (UE) publié par l'EFSA et le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC), la plupart des foyers d'origine alimentaire en 2021 (733, 19,3 % du total) ont été causés par Salmonella, principalement après la consommation d'œufs et de produits à base d'œufs, de produits de boulangerie, de viandes et de produits dérivés (Bianchi et al., 2023, pp. 2019–2021).

Les salmonelles qui se trouvent dans les matières fécales des animaux, peuvent contaminer les pâturages, les sols et l'eau et rester en vie pendant plusieurs mois ; l'environnement peut devenir une source de danger.

Certains sérotypes sont spécifiques à l'hôte tandis que d'autres infectent tout animal à sang chaud. Ainsi, par exemple, S. typhi n'infecte que les humains (Brenner et al., 2000). Autour de 50 sérovars sont impliqués dans l'apparition de maladies chez l'homme et l'animal (Shi et al., 2015) .

II.2.3 Transmission

La principale voie de transmission des salmonelles chez l'homme est la voie fécale-orale ; cependant, la voie transovariale avait été rapportée chez la volaille (Oludairo et al., 2023) . Chez l'homme et l'animal, le mode de transmission le plus courant est l'ingestion de tout aliment et de toute eau contaminée par des excréments humains ou animaux(Oludairo et al., 2023) . La voie fécale-orale est la principale voie de transmission des salmonelles chez l'homme, mais on a également signalé la voie transovariale chez la volaille (Oludairo et al., 2013) . Ces aliments comprennent les fruits et légumes crus (Njac, 2008) De plus, les animaux de compagnie et la faune, y compris les lézards et les tortues, pourraient être des porteurs chroniques de Salmonella (Reller et al., 2003). La transmission de personne à personne peut également se produire en particulier chez les membres du même ménage et les enfants d'âge préscolaire en garderie. Certains types de contacts sexuels, par exemple le contact oral-anal, jouent un rôle important dans la transmission de Salmonella (Thiagarajan et al., 1994). La transmission verticale est le résultat de la colonisation des organes reproducteurs et avait été enregistrée dans le Diffusion de S. Enteritidis des poules pondeuses aux œufs/poussins (Beuchat and Scouten, 2002; Raveendran et al., 2007).

Les Salmonella non typhiques peuvent être transmises à l'homme par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés, l'ingestion d'animaux infectés, ou le contact direct ou indirect avec des animaux porteurs de Salmonella dans divers environnements tels que les maisons, les cliniques vétérinaires, les jardins zoologiques, ou d'autres lieux publics ou privés (Eng et al., 2015) (Mughini-Gras et al., 2018) (Cevallos Almeida, 2018).

II.2.4 Pouvoir pathogène

La salmonelle, un agent pathogène pour les humains et les animaux, a un tropisme intestinal et génital et un reticulo-tropisme qui favorise la propagation des germes. Les infections aviaires causées par la salmonelle constituent un défi majeur pour l'industrie de l'aviation, en particulier pour les volailles, et posent un grave problème de santé publique. Les facteurs de virulence de la salmonelle renforcent leur capacité à causer des maladies chez les hôtes (ROSTANGO et al., 2006).

II.2.5 Facteurs de virulence

Salmonella enterica exprime divers facteurs de virulence communs à la plupart des sérovars (de Jong et al., 2012). Les principaux facteurs de virulence sont le système de sécrétion de type III (T3SS), le lipopolysaccharide (LPS), les polysaccharides de surface, les fimbrae, les flagelles, et les îlots de Pathogénicité. Par contre S. Typhi, Paratyphi et Dublin sont les seuls sérovars à exprimer l'antigène capsulaire (Vi). Les facteurs de virulence des sérovars de Salmonella sont codés principalement par les îlots de pathogénicité de Salmonella SPI (de Jong et al., 2012).

II.2.6 Diagnostic

II.2.6.1 Diagnostic biologique

Les méthodes traditionnelles pour détecter la Salmonella Sont un outil précieux pour surveiller la sécurité alimentaire et la santé publique. Malgré leurs limites, ces méthodes sont encore largement employées en raison de leur fiabilité et de leur large application, la méthode d'isolement et d'identification comprennent l'enrichissement dans un environnement de culture liquide, trois principaux Bouillons utilisées : Bouillons au sélénite, tétrathionate (Müller-Kauffmann), et bouillons contenant du malachite et du chlorure de magnésium (Rapassort), après une petite quantité de la culture est étalée sur des milieux de culture sélectifs et différentiels, tels que Hektoen Enteric ou Salmonella-Shigella(SS Agar)(Dougnon et al., 2017).

La PCR est une méthode potentiellement plus rapide et plus précise pour détecter la Salmonella par rapport aux tests sérologiques classiques. Il semble que la technique de choc thermique pour l'extraction d'ADN soit une méthode rapide et facile pour cette application spécifique (Dougnon et al., 2017).

II.2.6.2 Test biochimique

Pour l'identification biochimique, on utilise des galeries d'identification classique des entérobactéries, salmonella est lactose négative, Indole négative, Urée négative, H2S positive, Citrate positive, Présence de l'enzyme β-galactosidase,catalase positive (Nucera et al., 2006).

II.2.6.3 Antibiogramme

Ces dernières années,SalmonellaTyphimurium ont souvent un phénotype de résistance multidrug à l'égard des antibiotiques suivants: ampicilline, chloramphénicol, streptomycine, sulfonamides et tétracycline. Une résistance au sulfaméthoxazole-triméthoprime, au nalidixicacide, à la doxycycline, aux tétracyclines, aux céphalosporines, au fluoroquinolones et à la pénicilline a également été établie (Dougnon et al., 2017).

II.3 Shigella

II.3.1 Généralité

La Shigella, membre de la famille des Enterobacteriacea, se distingue par sa structure de bacille Gram-négative et son caractère facultativement anaérobie, les genres bactériens non sporulants et non mobiles. Elle regroupe quatre espèces principales, à savoir S. dysenteriae, S. boydii, S. flexneri et S. sonnei, (Chatterjee et Raval 2019). Également désignées par l'appellation des groupes (ou sérogroupes) A, B, C et D respectivement a été adopté quelques années plus tard. Une cinquantaine de sérotypes et sous-sérotypes de Shigella ont été identifiés (Tableau2). Ces sérotypes sont principalement distingués en fonction de l'antigène O (lipopolysaccharide (LPS)) et de caractéristiques biochimiques spécifiques (Schneider et al., 2014). S. dysenteriae type 1, la première espèce de Shigella isolée, a été découverte par Kiyoshi Shiga en 1896 (Shiga, 1898). Les autres espèces ont été découvertes plus tard, S. flexneri en 1899, S. sonnei par Carl Olaf Sonne en 1906 et Shigella boydii en 1921 (Barceloux 2008).

Plusieurs études indiquent que les Shigella spp. sont géographiquement répartis en fonction du développement économique des pays (Anderson et al. 2016). La plupart des infections à Shigella sont causées par S. flexneri, tel que souligné comme un agent pathogène émergent dans une revue récente (Nisa et al.2020) . Alors que S. dysenteriae est responsable des formes les plus graves de shigellose, S. sonnei et S. flexneri sont signalées comme les espèces dominantes dans les épidémies dans les pays développés et en développement au cours des dernières décennies, respectivement (Shahin, Bouzari, Wang et Khorasgani, 2019).

Toutes les espèces de Shigella déclenchent une diarrhée sanglante aiguë en envahissant et en détruisant sélectivement l'épithélium du côlon. Cela conduit à la formation de micro-ulcérations et d'exsudats inflammatoires, accompagnés de la présence de cellules inflammatoires telles que les leucocytes polynucléaires et de sang dans les selles. Les selles diarrhéiques contiennent typiquement entre 106 et 108 Shigella par gramme. Une fois excrété, le bacille est extrêmement sensible aux conditions environnementales et a une durée de vie courte, surtout en cas de dessiccation ou d'exposition directe à la lumière solaire (World Health Organization, 2008, p. 1).

II.3.2 Réservoir

Les shigelles sont des bactéries qui se retrouvent exclusivement chez les êtres humains (hommes et singes) (Bush et Vazquez-pertijo, 2022). Elles ne font pas partie de la flore bactérienne normale de l'intestin ; leur présence est restreinte aux individus malades, en phase de rétablissement, ou chez quelques rares porteurs sains (Clave, 2014 ; Boussena, 2021). La source d'infection réside dans les selles des personnes infectées ou des porteurs convalescents (Larry, 2022). Shigella sp. a comme unique réservoir significatif l'homme. Cependant, des flambées prolongées ont été enregistrées dans des colonies de primates, qui agissent comme des hôtes occasionnels (León-Ramírez, 2002).

II.3.3 Transmission

Shigella peut être transmise par contact direct (de personne à personne) ou indirectement par des aliments et de l'eau contaminés (Maurelli, 2013 ; Khashayar Shahin et al., 2020 ; Khashayar Shahin et al., 2021). Shigella se propage principalement par voie fécale-orale, via des contacts directs ou des objets contaminés, et également par le biais d'aliments

ou d'eau infectés. Bien que la transmission directe entre individus ou par le contact avec des surfaces contaminées soit prédominante dans les régions développées, les voies alimentaires et hydriques sont également significatives, même dans les zones moins développées. La transmission sexuelle, surtout chez les hommes ayant des relations sexuelles avec d'autres hommes, est également documentée. Cette maladie est hautement contagieuse, avec une capacité d'infection à partir d'un petit nombre d'organismes, et bien que les humains en soient le principal réservoir, les primates non humains peuvent également être affectés (Shahin et al., 2021).

Les infections provoquées par Shigella spp sont très contagieuses et sont considérées comme particulièrement infectieuses par rapport à d'autres agents pathogènes bactériens entériques (DuPont 2014). Cependant, la bactérie ne peut survivre longtemps sans hôte pour assurer une transmission continue (Niyogi 2005). La contamination de l'eau et des aliments, ainsi que les fomites et les mauvaises conditions sanitaires et écologiques, contribuent également à la persistance de S. sonnei, entraînant l'émergence de foyers graves (Taneja et Mewara 2016).

II.3.4 Pouvoir pathogène

Les shigelles, bactéries pathogènes, provoquent la dysenterie ou la shigellose chez l'homme (Michinaga et Chihiro, 2006). Ils envahissent l'épithélium, sont phagocytés par les macrophages, et se multiplient en cellules. Ces cellules peuvent se déplacer et entrer en contact avec la membrane cytoplasmique, provoquant une inflammation et la destruction des tissus. Cela conduit à l'incapacité d'absorber les liquides (Flandrois 1997). La production de Shiga-toxine, une molécule virulente, est ajoutée au mécanisme envahissant, provoquant la mort cellulaire (Belon et Faur, 2022).

II.3.5 Facteurs de virulence

Les espèces du genre Shigella ont la capacité de causer des maladies en raison de facteurs de virulence, qui sont codés sur des îlots chromosomiques de pathogénicité et sur le plasmide de virulence, comme l'entérotoxine de Shigella 1 (ShET-1), l'entérotoxine de Shigella 2 (ShET-2) et la toxine de Shiga (Stx) (Yang et al., 2015).

II.3.6 Diagnostic

II.3.6.1 Diagnostic biologique :

Le diagnostic repose sur l'identification des bactéries dans les selles du patient. La préparation et la conservation des échantillons sont cruciales, car la quantité de shigellae diminue avec le temps. S'il n'est pas analysé immédiatement, les hésites doivent être réfrigérées jusqu'à 24 heures ou congelées à -20°C pour un stockage plus long. Les méthodes d'isolement et d'identification comprennent l'enrichissement dans un environnement de culture liquide, après une petite quantité de la culture est étalée sur des milieux de culture sélectifs et différentiels, tels que MacConkey, Hektoen Enteric ou Salmonella-Shigella. Ces milieux permettent de différencier les shigellae des autres bactéries présentes dans les selles. Les shigellae forment des colonies incolores sur ces milieux, l'identification biochimique à l'aide de tests comme le triple fer de sucre et le sérotypage pour une confirmation définitive. Les souches virulentes de shigella ont été détectées grâce à la PCR multiplex, ce dernier est plus sensible (Gómez-Duarte et al., 2009).

II.3.6.2 Test biochimique :

Pour l'identification biochimique, on utilise des galeries d'identification classique des entérobactéries, shigella est indole positive,H2S négative, sorbitol négative, Urée négative ,saccarose négative , lactose négative et glucose positive (CDC, 2024)

II.3.6.3 Antibiogramme :

La résistance croissante aux antibiotiques dans la bactérie Shigella, responsable d'une maladie diarrhéique majeure, constitue une préoccupation croissance de la santé publique. Les bactéries développent facilement une résistance et ont été résistantes à divers antibiotiques au fil du temps, les souches de Shigella sont devenues résistantes aux antibiotiques introduits successivement. Sulfamides (années 1940) -> Tétracycline (années 1960) -> Ampicilline et Co-trimoxazole (années 1960) -> Acide nalidixique (années 1980) -> Fluoroquinolones (Norfloxacine et Ciprofloxacine, années 1990) Parmi les conséquences, on peut citer l'augmentation des coûts des traitements et des taux de mortalité dus à la shigellose. Actuellement, il ne reste qu'un nombre limité d'antibiotiques efficaces, y compris le mécilliname, la ciprofloxacine, la ceftriaxone et l'azithromycine. Les variations géographiques des profils de résistance sont probablement dues à la propagation de clones de bactéries résistantes.

II.4 Campylobacter

Les bactéries Campylobacter sont des courbés classés dans la catégorie des Vibrio. La gastroentérite aiguë est la maladie la plus courante humaine, affectant les nourrissons, les personnes âgées et les patients atteints de maladies secondaires. Il est associé à la fièvre, à la diarrhée sanglante, aux maux de tête et aux douleurs abdominales intenses. Le traitement antimicrobib n'est généralement pas nécessaire (Salim et al., 2014).

La campylobactériose est une maladie qui touche principalement les oiseaux, les animaux et les humains, en particulier les volailles. Les campylobactéries, inoffensives pour les animaux, se trouvent dans leur flore intestinale normale. D'autres animaux, comme les chiens et les chats, peuvent également contribuer à leur propagation (Lehours and Megraud, 2019).

L'infection chez l'homme peut être causée par une contamination directe ou indirecte, la principale source étant les produits d'origine animale, en particulier la volaille, et la viande bovine ou laitière non pasteurisée (Humphrey et al., 2007).

La recherche de Campylobacter se fait par coproculture, environnement antibiotique spécifique, et incubation en milieu stérile ou micro-aérobie pendant 1 à 2 jours à 37°C. L'espèce est identifiée par sa morphologie spécifique et des tests d'orientation simples, y compris les tests de catalase et d'oxydase (Lehours and Megraud, 2019). Diverses techniques de PCR sont disponibles pour l'identification de la biologie moléculaire, avec la spectrométrie de masse MALDI-TOF étant très efficace pour l'identification de Campylobacter (Lehours, 2023).

II.5 Vibrio parahaemolyticus

Vibrio parahaemolyticus, une bactérie halophile sporade, est présente dans les milieux marins et les fruits de mer, contaminés ou crus, et responsable de plus de 45 000 cas de gastroentérite chaque année, souignant le problème de santé publique (Su and Liu, 2007).

Vibrio parahaemolyticus se trouve principalement dans les eaux marines et les estuaires, dans des eaux côtières chaudes, et est présent dans l'eau peu profonde, les sédiments marins, les algues et d'autres organismes marins (Martinez-Urtaza and Baker-Austin, 2020)

La transmission de Vibrio parahaemolyticus se produit principalement par la consommation de fruits de mer crus ou contaminés, de bivalves comme les huîtres, les moisissures et les paludates, et par contact direct avec les eaux marines contaminées (Su and Liu, 2007).

La méthode de culture implique l'incubation des échantillons d'essai dans des environnements d'enrichissement à 35°C pendant 7 à 8 heures, puis leur exposition sur des milieux sélectifs tels que le TCBS et le glycérol, le chlorure de triphényltétrazolium et le tryptone de soja pour une incubation plus vigoureuse, avec une incuberation prolongée si nécessaire (Su and Liu, 2007).

Les souches virulentes de V. parahaemolyticus ont été détectées grâce à la PCR ciblant les gènes tdh et trh (Letchumanan et al., 2014).

II.6 Aeromonas

Les Aeromonas spp. Sont des bactéries à Gram négatif, ne formant pas de spores, en forme de bâtonnets, qui sont positives pour l'oxydase, la catalase et l'indole. Le genre Aeromonas comprend plus de 30 espèces, A. hydrophila, A. caviae, A. media, A. veronii bv. sobria et A. veronii bv. veronii étant cliniquement importants.(Abd El-Ghany, 2023).

L'Aeromonas peut être disséminé par différents aliments, notamment le poisson, les fruits de mer, la viande crue et cuite, le poulet, les légumes, le lait et les produits laitiers (Sarker et al., 2020). La volaille et les produits à base de volaille peuvent être contaminés par Aeromonas spp., qui peut être transmis à l'homme en manipulant des carcasses et des produits de volaille crus ou en consommant de la viande de volaille insuffisamment cuite(Sarker et al., 2020).

Les bactéries Aeromonas peuvent se développer sur différents milieux d'isolement conçus pour faciliter leur identification dans des prélèvements cliniques ; Ces milieux favorisent la croissance d'Aeromonas tout en inhibant celle d'autres bactéries. Exemples : Agar amidon-ampicilline (SAA) ,Bile-sels-inositol-vert brillant (BIBG) ,Agar McConkey ,Cefsulodine-Irgasan-Novobiocine (CIN) ,Sang-agar ampicilline, Après la culture, les colonies d'Aeromonas sont identifiées en fonction de leur apparence, de leurs propriétés hymolytiques et des tests biochimiques ou commerciaux. (Igbinosa et al., 2012)

On a aussi des méthodes moléculaires de détection et d'identification des espèces d'Aeromonas : Réaction en chaîne par polymérase (PCR) (Igbinosa et al., 2012).

II.7 Yersinia enterocolitica

Yersinia enterocolitica est une bactérie à Gram négatif, non sporulé, non capsulé, immobiles à 37°C et mobiles à 25°C, aero-anaérobies À 28°C, provoque principalement des infections gastro-intestinales chez l'homme. Y. enterocolitica peut se multiplier à des températures allant de 0 à 44°C. Elle peut donc se développer dans le réfrigérateur et survivre longtemps dans les aliments et liquides congelés (Riahi et al., 2021). Plus de 60 sérotypes de Y. enterocolitica existent, qui sont répartis en six biotypes selon leurs caractéristiques. On retrouve les biotypes 1A, 1B et 2 à 5. (Platt-Samoraj, 2022)

Les sérotypes de Yersinia enterocolitica sont différencées par variations de structure de l'antigène O somatique, et plus de 57 sérogroupes O ont été identifiés, avec O:3, O:5, 27, O:8, et O:9 les plus frequents rencontrés dans les infections humaines (Fàbrega and Vila, 2012) .

Des porcs, souvent porteurs de l'agent pathogène Y. enterocolitica dans la gorge, ont été mis en cause en tant que source probable de contamination dans des épidémies liées au lait pasteurisé (Schiemann, 1987), bien que la bactérie ait été retrouvée chez plusieurs animaux à sang chaud, notamment des animaux de ferme et de compagnie (Canada, 2012). Les porcs sont le seul animal d'élevage courant qui porte régulièrement Y. enterocolitica pathogène, en particulier les souches des sérogroupes 0 :3 et 0 :9, Ces bactéries peuvent être présentes dans la bouche, les amygdales et à la surface des porcs abattus (Kapperud, 1991).

La transmission oro-fécale des animaux aux humains ou la consommation d'aliments contaminés (produits de porc cru, porc mal cuit, tofu et lait non pasteurisé peuvent être à l'origine d'éclosions) et d'eau non traitée sont également des modes fréquents de propagation de l'infection (Canada, 2012). Des études suggèrent un lien entre la consommation de porc cru et les infections à Y. enterocolitica chez l'homme. Ceci est d'autant plus étayé par la rareté de l'infection dans les pays musulmans où la consommation de porc est restreinte. L'analyse génétique de Y. enterocolitica provenant de porcs et d'humains montre une grande similitude, suggérant une transmission entre ces espèces (Kapperud, 1991).

Les infections à Yersinia enterocolitica sont diagnostiquées par l'isolement de la bactérie à partir d'un échantillon clinique représentatif du processus infectieux. L'utilisation d'environnements sélectifs est plus efficace, offrant une récupération de 100% même à de faibles concentrations. L'agar CIN de Schiemann est le plus efficace, avec une couleur distincte due à la fermentation du mannitol. C'est un outil précieux pour les isolats d'échantillon clinique (Bottone, 1997).

La PCR (Polymerase Chain Reaction) est la méthode la plus utilisée pour détecter les infections de Yersinia en raison de sa grande sensibilité et de sa spécificité. Il peut amplifier même de petites quantités d'ADN de Yersinia dans un échantillon, ce qui le rend crucial pour les méthodes de culture traditionnelles (Rusak et al., 2018).

Le diagnostic sérologique est une méthode de recherche d'anticorps à Yersinia enterocolitica dans le sérum d'un patient (Bottone, 1997).

III. EPIDEMIOLOGIE

La transmission de maladies dans les pays avancés est fréquemment associée à la contamination des denrées alimentaires et de l'eau, ainsi qu'à des méthodes de distribution locales (Dickinson and Surawicz, 2014) .

Chaque année, environ 1,7 milliard d'épisodes de diarrhée touchent les enfants dans le monde. Cette affection représente la deuxième cause de décès chez les enfants de moins de 5 ans, entraînant 525 000 décès annuels. De plus, la diarrhée est l'un des principaux facteurs de malnutrition chez les jeunes enfants. En France, les données de 2010 indiquent que la diarrhée affecte 900 000 enfants de moins de 5 ans par an, conduisant à plus de 100 000 consultations aux urgences pédiatriques, 51 000 hospitalisations (durée moyenne de séjour : 3,2 jours) et 41 décès (Émile, 2020).

III.1 Escherichia coli entérohémorragique (EHEC)

L'Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) a été découvert dans la maladie diarrhéique chez l'homme, la colite hémorragique (HC) et le syndrome hémolytique et urémique (SHU). Après vingt ans depuis la première découverte d'E. coli O157 :H7 aux États-Unis, l'EHEC est devenue un enjeu majeur pour la santé publique à travers le monde (Griffin and Tauxe, 1991). Plusieurs années de recherche et de réglementation ont été consacrées au sérogroupe EHEC O157, le plus fréquemment lié à une maladie grave chez l'homme (Mashood et al., 2006).

Significativement depuis la première épidémie rapportée aux États-Unis en 1982. Les pays développés ont été principalement touchés par les infections à E. coli O157 :H7 (Mashood et al., 2006). Les États-Unis enregistrent environ 73 000 infections patentes E. coli O157 :H7 chaque année, ce qui entraîne 2170 hospitalisations et 61 décès (Lemaignen et al., 2013a).

La diarrhée sanglante, souvent premier symptôme d'une infection à EHEC, a une prévalence d'environ 1 % dans les coprocultures générales et de 3,5 % dans les cas de diarrhée sanglante. Le sérotype O157 est le plus fréquent, représentant environ la moitié des cas (Lemaignen et al., 2013b). Le syndrome hémolytique et urémique (SHU) complique 4 à 9 % des cas de diarrhée à EHEC (Lemaignen et al., 2013b), avec un taux d'incidence global de deux cas pour 100 000 patients-années, atteignant 6,1 cas chez les moins de cinq ans. Le SHU est la principale cause de dialyse pédiatrique aux États-Unis, avec 50 à 60 % des patients nécessitant une dialyse et 12 % une épuration extra-rénale chronique (Lemaignen et al., 2013a).

III.1.1 Principales épidémies mondiales

Bien que les infections à EHEC soient observées à l'échelle mondiale, elles sont principalement documentées dans les pays développés, surtout dans l'hémisphère Nord (Riley Lee W. et al., 1983).

L'incidence mondiale des infections aiguës à EHEC entraînant un SHU est estimée à 2,8 millions de cas par an, avec 3 890 cas de SHU (Majowicz et al., 2014). Les disparités géographiques sont significatives, liées notamment à des facteurs environnementaux et agricoles, comme l'intensité de l'élevage. Par exemple, l'Argentine présente une prévalence

dix fois plus élevée que les autres pays industrialisés, tandis que l'Australie affiche des taux nettement plus faibles. Aux États-Unis, le CDC estime à 265 000 le nombre d'infections annuelles, avec une incidence moyenne de 1,7 cas pour 100 000 habitants en 2016 (Cointe, 2021).

Les principales épidémies mondiales depuis 1982 sont synthétisées dans le Tableau 1

Année	Pays	Sérogroupe ou Sérotype (ND : non déterminé)	Nombre de cas (SHU/décès)	Mode de contamination suspecté ou confirmé
2021	Etats-Unis	O157:H7	22 (3/1)	Alimentaire (inconnu)
2020	Etats-Unis	O157:H7	40 (4/0)	Légumes verts à feuille
2020	Etats-Unis	O157:H7	18 (0/0)	Inconnu (salade ?)
2019	Etats-Unis	O157:H7	10 (1/0)	Salade de tournesol
2019	Etats-Unis	O157:H7	167 (15/0)	Laitue
2018	Etats-Unis	O157:H7	62 (2/0)	Laitue
2018	Etats-Unis	O26	18 (1/1)	Viande bovine hachée
2017	Allemagne	ND	12 (0 décès)	Lait cru
2017	Etats-Unis	O157:H7	25 (2/1)	Légumes verts à feuille
2017	Suède	O157	2 (0 décès)	Lait
2016	Allemagne	ND	3 (0 décès)	Lait cru
2016	Etats-Unis	O157:H7	11 (1/0)	Viande bovine
2016	Etats-Unis	O157:H7	63 (1/0)	Farine
2016	Suède	O157	26 (0 décès)	Viande bovine hachée
2015	Etats-Unis	O157:H7	19 (2/0)	Salade de poulet
2014	Etats-Unis	O157:H7	12 (0/0)	Viande bovine
2014	Allemagne	ND	5 (0 décès)	Lait cru
2014	Espagne	ND	2 (0 décès)	Fromage
2013	Etats-Unis	O157:H7	33 (2/0)	Salade verte
2013	Suède	O26, O174	10 (0 décès)	Fromage
2013	Suède	O157	28 (0 décès)	Salade
2012	Japon	O157	94	Cornichons
2012	Etats-Unis	O157:H7	33 (2/0)	Epinard
2012	Belgique	O157	2 (0 décès)	Viande bovine
2012	Danemark	O157	14 (0 décès)	Viande bovine hachée
2011	Allemagne	O104:H4	3816 (845/54)	Graines germées fenugrec
2011	Etats-Unis	O157:H7	58 (3/0)	Laitue
2010	Etats-Unis	O157:H7	38 (1/0)	Fromage (Gouda)
2009	Etats-Unis	O157:H7	26 (5/2)	Viande bovine
2009	Angleterre	O157	36	Contact avec des animaux de ferme
2006	Japon	O157:H7	4	Contact avec des animaux de ferme

2005	Etats-Unis	O157:H7	18 (4/0)	Lait non pasteurisé
2005	Suède	O157:H7	120 (7 SHU)	Laitue
1996	Japon	O157:H7	9 451 (+/-100 /12) 16 foyers > 10 cas	Pousses de radis blanc
1982	Etats-Unis (Oregon/Michigan)	O157:H7	46	Hamburger, viande bovine hachée

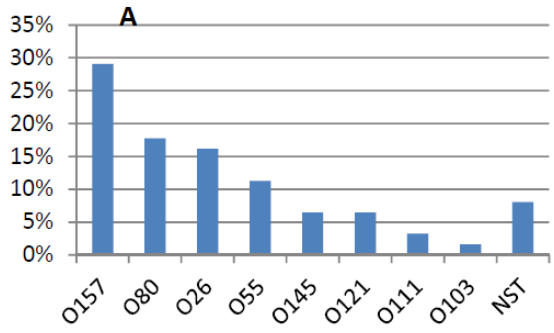
Tableau I: Synthèse des principales épidémies mondiales d'infections à EHEC, d'après AFSSA, 2003 (61) ; Brugère et al., 2012 (74) ; Espié et al., 2007 (75) ; EFSA, 2020 (45) et les données du CDC (Centers for Disease Control and Prevention(Cointe, 2021)

III.1.2 Europe

En 2019, l'Europe a enregistré 7 775 cas d'infection à l'EHEC, avec une incidence moyenne stable de 2,2 cas pour 100 000 habitants et un taux de mortalité de 0,21 %. Cette tendance à la hausse depuis 2010 a été particulièrement notable entre 2015 et 2019, plaçant l'EHEC comme le troisième agent zoonotique en Europe en 2019, impliqué dans 42 épidémies. Certains pays de l'UE, tels que l'Irlande, le Danemark et la Suède, ont des taux de notification élevés, tandis que d'autres pays, tels que la Bulgarie, la Grèce et le Portugal, ont des taux très bas, voire nuls. Les enfants de 0 à 4 ans restent la population la plus à risque, représentant près de 70 % des cas du syndrome hémolytique et urémique (SHU) signalés en 2019 (Authority and European Centre for Disease Prevention and Control, 2021).

En France :

depuis 1996, la surveillance des infections aux EHEC repose principalement sur le suivi des syndromes hémolytiques et urémiques (SHU) chez les enfants de moins de 15 ans. Ce suivi est coordonné par un réseau de pédiatres néphrologues volontaires et par l'Institut national de veille sanitaire (InVS) (Bellec, 2017). Selon le rapport le plus récent de l'INVS, en 2015, 111 cas de SHU ont été signalés, dont un décès. On estime qu'il y a 0,94 cas par an pour 100 000 enfants de moins de 15 ans figure. Cette année encore , le sérogroupe le plus courant était O157, représentant 17 % des cas totaux (Bellec, 2017).



B

Année	Nombre de cas de SHU	Incidence annuelle	Année	Nombre de cas de SHU	Incidence annuelle
1996	81	0,66	2006	104	0,87
1997	92	0,75	2007	74	0,62
1998	76	0,59	2008	112	0,94
1999	93	0,76	2009	109	0,91
2000	79	0,64	2010	122	0,99
2001	74	0,61	2011	162	1,32
2002	73	0,60	2012	145	1,20
2003	80	0,66	2013	152	1,22
2004	87	0,72	2014	117	0,99
2005	122	1,01	Total	1954	

Figure III : Nombre de cas de SHU de 1996 à 2014 et incidence annuelle pour 100 000 enfants Nombre de <15 ans en France (A) et les sérotypes les plus impliqués en 2014 (B) (Bellec, 2017).

En 2019, SPF a signalé 168 cas de SHU chez les enfants de moins de 15 ans en France, ce qui correspond à un taux annuel d'incidence de 1,46 cas pour 100 000 habitants, le plus élevé depuis le début de la surveillance (Cointe, 2021).

b. En Allemagne :

En 2011, l'Allemagne a connu l'un des plus importants épisodes de contamination par Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) jamais enregistrés (Köckerling et al., 2017). Près de 4 167 personnes ont été atteintes de gastro-entérite aiguë, dont 855 ont développé le syndrome hémolytique et urémique (SHU) (22 %). Le nombre de décès s'élève à 33 dans ce groupe (taux de mortalité de 3,3 % par personne-année) et 17 dans le groupe sans SHU (0,3 % des personnes âgées). Contrairement à la répartition habituelle, les SHU ont principalement touché des patients adultes, dont 89 % étaient de sexe féminin (Lemaignen et al., 2013)

d. En Suède :

Depuis 1988, jusqu'à trois cas d'EHEC étaient signalés chaque année, y compris chez des individus infectés à l'étranger. Cependant, cette situation a changé entre juillet 1995 et début 1996, avec une épidémie comprenant 99 cas confirmés, dont 24 ont développé un SHU. Les années 1995 et 1996 ont enregistré respectivement 114 et 118 cas, le sérotype principal étant E. coli O157 (Reilly, 1998).

e. Turquie :

L'étude de la prévalence d'E. coli O157 dans le bœuf haché en Turquie a révélé des variations Cadirci et al. (2010) ont isolé cinq souches d'E. coli O157, mais aucune d'entre elles n'appartenait au sérotype O157. Elmali et al. (2005) n'ont trouvé qu'une seule souche O157 parmi les 126 échantillons de bœuf haché testés. Baran et Gulmez (2000), quant à eux, ont identifié cette souche dans trois des 50 échantillons testés. Par ailleurs, aucune contamination par E. coli O157 n'a été détectée dans les échantillons de poulet en bâtonnet de batterie. Noveir et al. (2000) ont examiné divers produits carnés, y compris la viande hachée crue et les hamburgers non cuits (Jaradat et al., 2024).

III.1.3 Amerique

a. en Argentine :

Le syndrome hémolytique et urémique (SHU) est depuis de nombreuses années la principale cause d'insuffisance rénale aiguë chez les enfants et les nourrissons en Argentine, avec une incidence annuelle estimée à 7,8 pour 100 000 chez les moins de 5 ans. Entre 1965 et 1993, plus de 5500 cas de SHU ont été signalés . Généralement, les enfants affectés ont moins de 5 ans, principalement entre 6 et 36 mois, et proviennent de groupes socio-économiques à revenu intermédiaire, bénéficiant d'une bonne alimentation et de bonnes conditions sanitaires domestiques. Bien que la maladie soit présente dans tout le pays, les cas sont plus fréquents dans les provinces du Sud pendant les mois les plus chauds, d'octobre à mai (Reilly, 1998).

III.1.4 d'Asie:

a. Japan :

En 1996, le Japon a enregistré 9 451 cas d'infections à EHEC, entraînant 1 808 hospitalisations et 12 décès. Six épidémies majeures ont représenté les trois quarts de ces cas. Notamment, lors de la plus vaste épidémie à Sakai, 5727 individus (soit 0,5 % de la population locale) ont été affectés, avec les germes de radis blanc servis à l'école comme principal vecteur alimentaire suspecté **(Reilly, 1998)**

b. D'autres régions d'Asie :

Des infections à EHEC ont été signalées. En Malaisie, 6. coli O157 :H7 a été isolé dans les selles de patients atteints de maladies diarrhéiques **(Son et al., 1996)** . Dans une étude menée dans un hôpital de Bangkok en Thaïlande, l'EHEC a été identifiée chez 7 % des enfants atteints de diarrhée sanglante chez lesquels d'autres agents pathogènes entériques n'ont pas été identifiés **(Reilly, 1998).**

III.1.5 En Afrique

Bien que les flambées d'E. coli O157 en Afrique aient été rares jusqu'à présent, les données disponibles démontrent une distribution géographique étendue de l'agent pathogène. Des cas de maladies diarrhéiques à E. coli O157 ont été confirmés dans plusieurs pays africains depuis l'épidémie de 1992, notamment en Afrique du Sud, au Swaziland, en République centrafricaine, au Kenya, au Gabon, au Nigéria et en Côte d'Ivoire **(Mashood et al., 2006)**. De nombreux laboratoires de biologie en Afrique ne réalisent pas systématiquement des tests pour détecter la présence de la souche E. coli O157:H7, ce qui peut entraîner la non-reconnaissance de nombreuses infections **(Okeke et al., 2003).**

III.1.5.1 Algérie

Selon (Barka et Kihal 2010) ont mené une étude sur la fréquence d'E. coli O157 :H7 dans la viande congelée importée d'Argentine, du Brésil, d'Uruguay, d'Irlande, de Nouvelle-Zélande et d'Australie pour une période de 2000 à 2022. Un seul des 251 échantillons de congélation analysés a été infecté par cette bactérie. Il s'agit d'un échantillon contaminé importé d'Uruguay. Aucun autre essai publié en Algérie n'a mis en évidence la présence d'O157 :H7 dans les produits alimentaires **(Barka and Kihal, 2010).**

III.1.5.2 Afrique du Sud

Pour étudier l'épidémiologie des infections diarrhéiques causées par E. coli dans la région de Gouteng en Afrique du Sud, des méthodes moléculaires ont également été employées. En tout, on a collecté 151 isolats d'E. coli provenant de patients souffrant de diarrhée et 30 souches isolées d'individus sains entre mars 1996 et mai 1997. On a rapporté un taux d'isolement de 7,7 % du sérotype E. coli O157 :H7 qui provoque des hémorragies (Galane and Le Roux, 2001). D'octobre à novembre 1992, 40 912 enfants de moins de cinq ans ont consulté un médecin pour des diarrhées. C'est une augmentation de sept fois par rapport à la période 1990 et 1991. Le pourcentage d'infection s'élevait à 42 % parmi 778 habitants examinés. Le sexe féminin et la consommation de viande bovine et d'eau non traitée jouaient un rôle crucial dans la propagation de la maladie. En 1992, sept foyers

touchés au Swaziland et en Afrique du Sud ont été infectés par E. coli O157 :NM (non-mobile). 27 patients sur 31 ont été infectés, et les isolats environnementaux présentaient des motifs d'électrophorèse de gel de champ pulsé indiscernables (Mashood et al., 2006).

III.1.5.3 Au Nigeria :

L'étude d'Akinyemi et al. a analysé 852 échantillons de selles de patients souffrant de maladies diarrhéiques aiguës à Lagos. Parmi les 83 isolats d'E. coli détectés, 8,4 % étaient des souches entérohémorragiques (EHEC), soulignant leur rôle dans la gastro-entérite infantile. Une étude complémentaire par Ogunsanya et al. a confirmé une prévalence de 3 % d'EHEC parmi les enfants de moins de 5 ans, qu'ils aient présenté ou non des symptômes de diarrhée, dans les cliniques pédiatriques à Lagos. Ces résultats mettent en lumière l'importance de la surveillance des infections à EHEC chez les enfants dans cette région (Mashood et al., 2006).

III.1.5.4 d'autres pays africains :

L'isolement de l'agent pathogène a été signalé en Tanzanie, au Kenya et en Éthiopie. Une prévalence de STEC O157 :H7 de plus de 7 % a été rapportée chez des patients souffrant de diarrhée à Morogoro, en Tanzanie, en 2006 **(Raji et al., 2008)**. En 2012, l'agent pathogène a été isolé chez des bovins de la même région avec une prévalence de 0,9 %. Au Kenya, STEC O157 :H7 a été isolé chez un garçon de deux ans atteint de colite hémorragique. Les fèces de lait et de bovins ont ensuite été testées positives pour l'agent pathogène dans le même pays **(Lupindu, 2018)**. Seul un rapport était disponible concernant une enquête menée en Égypte centrale afin de déterminer la présence d'E. coli O157:H7 dans 175 échantillons de boeuf haché cru, de poulet, d'agneau et de lait non pasteurisé. Parmi ces échantillons, 6% des échantillons de bœuf, 4% des échantillons de poulet, 4% des échantillons d'agneau et 6% des échantillons de lait provenant d'abattoirs, de supermarchés et de foyers d'agriculteurs étaient contaminés par l'agent pathogène **(Abdul-Raouf et al., 1996).**

Au Maroc, il a été rapporté que 9,1 % des produits laitiers étaient présents et 11,1 % dans la viande vendue à Rabat. Le STEC O157 :H7 a été de nouveau détecté au Maroc à partir de produits contenant de la viande crue, représentant 9 %. Une prévalence de 1,9 % à partir de crustacés a été signalée en 2011 sur la côte méditerranéenne marocaine. En Tunisie, 3,4 % des échantillons de selles humaines étaient contaminés par des E. coli O157 :H7, qui produisent de la Shigatoxine **(Gambushe et al., 2022).**

III.2 Salmonelle

La salmonelle est l'une des causes les plus signalées de maladies diarrhéiques dans le monde (Fazza et al., 2021). En fait, la prévalence de l'infection à Salmonella est plus élevée que celle rapportée, car la plupart des personnes infectées ne font pas l'objet d'un diagnostic de coproculture (Djeghout et al., 2017).

L'épidémiologie associée au NTS dépend du sérovar et de sa capacité à entraîner une infection gastro-intestinale ou infectieuse. Certaines sous-espèces de S. Typhimurium sont considérées comme bactériennes, tandis que S. Heidelberg, S. Dublin et S. Choleraesuis ont un potentiel important pour entraîner une hospitalisation, voire la mort. Contrairement à

S. Typhimurium, le sérovar S. Newport a été constaté pour être moins mortel (Crump et al., 2011).

Les maladies d'origine alimentaire sont estimées infecter jusqu'à 76 millions de personnes chaque année aux États-Unis. Si ces données étaient extrapolées, cela représenterait un quart des infections annuelles dans le monde développé. La charge de la salmonellose est supposée être beaucoup plus élevée dans les régions en développement. Aux États-Unis, Salmonella est globalement le pathogène d'origine alimentaire le plus courant (Schlundt et al., 2004).

III.2.1 Principales épidémies mondiales

Les salmonelles non typhiques (NTS) représentent des causes bactériennes majeures de diarrhée aux États-Unis, où elles sont estimées causer environ 1,0 million de maladies chaque année. À l'échelle mondiale, la gastro-entérite à NTS est estimée causer 93,8 millions de maladies et 155 000 décès annuellement (Crump et al., 2011).

Quelques pays dans le monde ont mis en place une surveillance des infections à Salmonella non typhoïdique (SNT) basée sur les laboratoires, ou ont récemment amélioré la qualité des données et des rapports afin de mettre en œuvre des programmes mesurant la charge de la salmonellose. Les rapports de surveillance comprennent des indicateurs tels que le taux de notification, l'incidence ou le taux d'isolement pour 100 000 habitants, ce qui permet d'estimer l'impact de la salmonellose sur la société (figure 5) (Hendriksen, 2010).

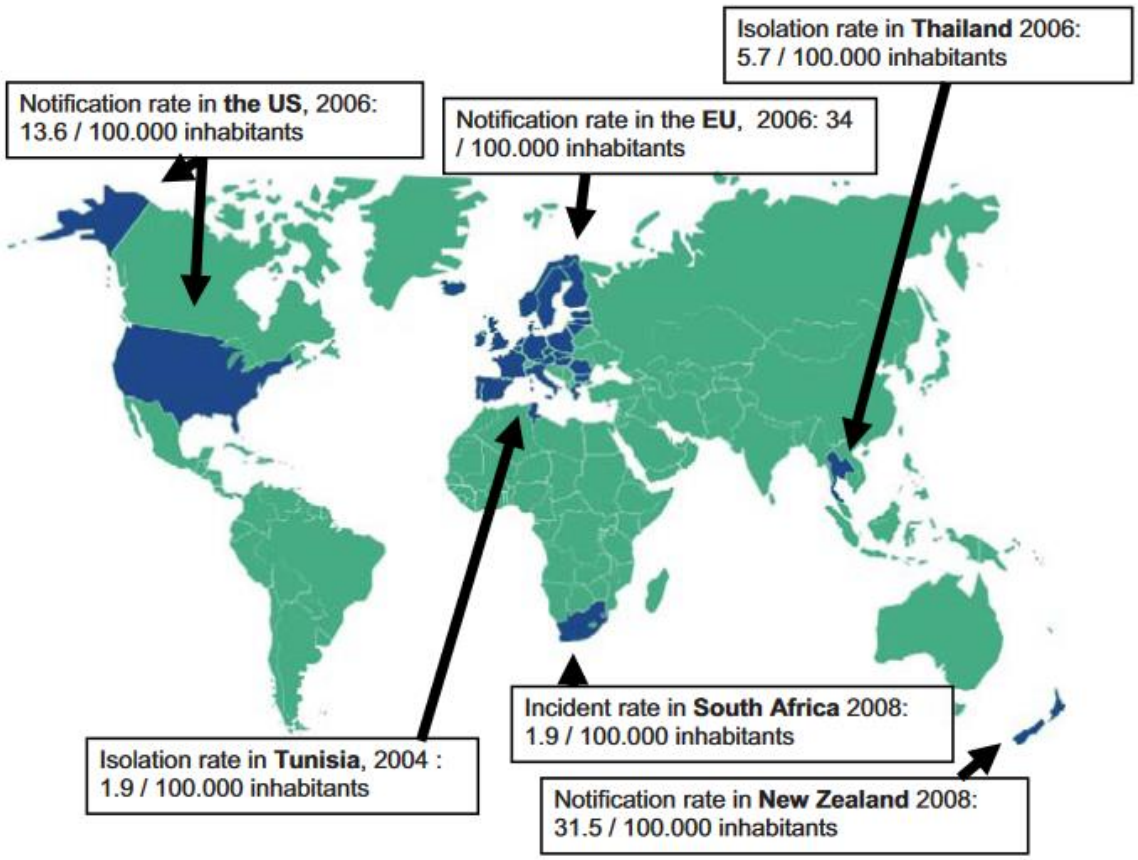


Figure IV :Examples of incident ,notification, and isolation parts of the world (Bangtrakulnonth and Tishyadhigame; 2006)

Aux États-Unis, le National Salmonella Surveillance System a rapporté en 2006 une augmentation de 12,3 % des NTS par rapport à 2005 en raison de l'augmentation des rapports. En général, le niveau a diminué par rapport aux données de 1996 (Hendriksen, 2010). Le nombre de cas de Salmonella chez l'homme semble également avoir diminué en Tunisie, sur la base des données recueillies de 1994 à 2004, avec le taux d'isolement le plus bas observé en 2004 pour l'ensemble de la période de surveillance. (Ben Aissa et al., 2007, pp. 1994–2004). Le Rapport annuel de surveillance de 2008 de la Nouvelle-Zélande a montré, comme de nombreux autres rapports de pays, une baisse du taux de notification des SNT. (Hendriksen, 2010). Sur la base de données provenant de 29 pays, le nombre de cas de salmonellose en Europe a diminué de 8% entre 2005 et 2006 (Ortega-Rivas, 2009) . En 2006, le National Salmonella and Shigella Center en Thaïlande a constaté 3 758 cas de SNT, ce qui représente une diminution par rapport aux données publiées précédemment montrant le nombre de cas chez l'homme de 1993 à 2002 (Bangtrakulnonth et al., 2004, pp. 1993–2002).

La tendance mondiale signalée à la baisse des cas humains causés par les SNT semble être conforme à ce qui a été observé ailleurs. Un nombre croissant d'isolates de Salmonella ont été sérotypés de 2001 à 2007 lors de l'évaluation de la répartition mondiale des sérovares dans 37 pays à travers le monde (Hendriksen, 2010).

III.2.2 En Afrique

Dans différentes régions d'Afrique, certains sérovars de Salmonella sont particulièrement répandus : S. Concord en Éthiopie, S. Bovismorbificans au Malawi, S. Stanleyville et S. Dublin au Mali, et S. Isangi en Afrique du Sud. Au Kenya, environ 166 pour 100 000 enfants de moins de cinq ans contractent chaque année une infection par les NTS. En Afrique subsaharienne, une forme invasive grave de NTS, liée à la séquence de S. Typhimurium de type 313, a émergé et est devenue un problème de santé publique majeur. Cette forme invasive de S. Typhimurium présente un taux de mortalité estimé à 20-25 % chez les enfants et jusqu'à 50 % chez les adultes (Djeghout et al., 2017).

Une revue axée sur l'Afrique a détaillé la charge de la maladie iNTS en élargissant les travaux de Ao et al., qui se limitaient à 14 rapports d'incidence, afin d'obtenir une vision plus complète de l'épidémiologie de la maladie iNTS en Afrique de 1966 à 2014 (Uche et al., 2017). Au total, 176 études rapportant des isolats de NTS par hémoculture ont été incluses, allant de la surveillance communautaire longitudinale aux rapports d'isolats obtenus chez des patients en milieu hospitalier ou communautaire. Les informations sur l'incidence ont été extraites et résumées selon la classification des sous-groupes, le lieu de l'étude, les sujets inclus et la période de l'étude. Il a été observé que la maladie iNTS était focale, avec une prévalence de bactériémie communautaire allant de 8 % en Afrique du Sud et au Nigeria à 45 % en République centrafricaine(Uche et al., 2017). Les incidences variaient entre 1,4/100 000 personnes-années d'observation (PYO) en Afrique du Sud et 855/100 000 PYO dans le sud-ouest de l'Ouganda, avec des taux plus élevés chez les personnes infectées par le VIH, celles atteintes de drépanocytose et les enfants.L'incidence la plus élevée signalée de 2 520/100 000 PYO chez les enfants de moins de 5 ans était localisée dans les zones rurales du Ghana. (Balasubramanian et al., 2019).

Pour combler les lacunes dans les données épidémiologiques sur la maladie iNTS et l'absence d'études standardisées d'incidence basées sur la population en Afrique subsaharienne, le programme de Surveillance de la Fièvre Typhoïde en Afrique (TSAP) a mené une enquête multi-pays sur la charge des pathogènes bactériens invasifs, notamment la fièvre typhoïde et la maladie iNTS, de 2010 à 2014 (von Kalckreuth et al., 2016). La surveillance basée sur la population a fourni des estimations d'incidence de la maladie dans 13 sites répartis dans 10 pays d'Afrique subsaharienne (Marks et al., 2017). Parmi les bactéries isolées du sang des patients, 17 % (94/568) étaient des NTS. Le taux d'incidence ajusté (AIR) de la maladie iNTS variait de 0 en Éthiopie, au Soudan, à Madagascar et en Afrique du Sud à 237 au Burkina Faso (Jeon et al., 2018). L'incidence était particulièrement élevée chez les enfants de moins de 5 ans, avec des taux allant de 291/100 000 PYO en Guinée-Bissau à 1 733/100 000 PYO au Ghana chez les enfants de moins de 2 ans, confirmant ainsi une charge plus élevée de la maladie iNTS chez les jeunes enfants (Balasubramanian et al., 2019).

III.2.2.1 En Algérie

En Algérie, les études épidémiologiques sur l'infection par le NTS sont rares. Une seule enquête a été menée en 2006 et 2007 dans la région de Constantine, portant sur 100 souches de NTS provenant d'isolats cliniques de volailles et d'humains (figure 6) (Elgroud et al., 2015).

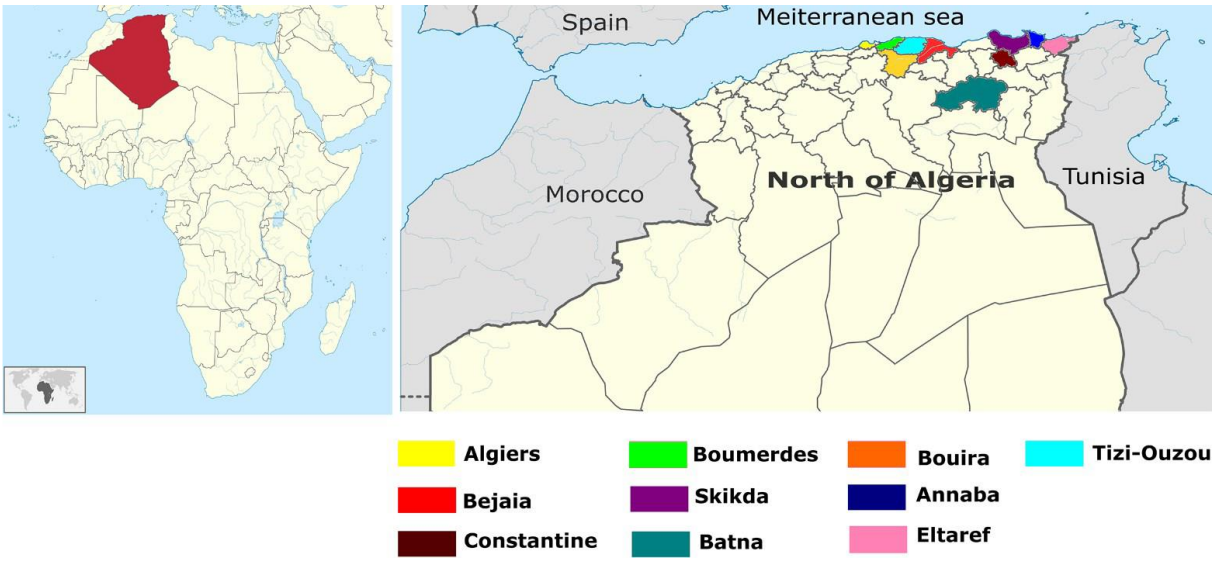


Figure V:Localisation géographique et répartition de l'infection NTS signalée avec un accent sur le nord de l'Algérie. Les couleurs représentent les villes où l'infection NTS a été signalée au cours des 12 dernières années.

Les salmonelles d'origine alimentaire sont principalement présentes dans la viande de volaille contaminée (Butaye et al., 2006). Selon le Réseau mondial des infections d'origine alimentaire (GFN), il existe un manque de projets et d'initiatives de surveillance dans de nombreux pays en développement, ce qui a conduit à une sous-déclaration des sérovars de Salmonella chez l'homme et à partir de sources alimentaires (Galanis et al., 2006, pp. 2000–2002). La capacité de diagnostic limitée dans ces régions contribue à un manque de données disponibles, contrairement aux pays industrialisés où la distribution des sérovars de Salmonella est mieux documentée (Wagenaar et al., 2013).

La propagation et la distribution des sérovars ou la résistance aux antimicrobiens dans le SNT sont peu étudiées en Algérie. Bien qu'il y ait eu des signalements de contamination superficielle par Salmonella dans les carcasses d'ovins et de bovins à l'abattoir, les études se sont principalement concentrées sur les isolats provenant de cliniques ou d'animaux, principalement des troupeaux de volailles. Ces recherches, menées dans différentes villes algériennes telles qu'Alger, Boumerdes, Tizi-Ouzou, Bouira, Bejaia, Constantine, Batna, Annaba et El Taref, (figure 6) sont essentielles pour comprendre la prévalence et la distribution des agents pathogènes (Djeghout et al., 2017).

Une étude d'Alger a montré la détection de plusieurs sérovars de Salmonella contaminant une grande variété de viandes crues et de produits carnés transformés, en particulier des poules pondeuses (Tableau 2). La contamination probable lors de la transformation de la viande au détail est due à une exposition accrue des surfaces lors du désossage, de la découpe et du hachage. À Batna, en Algérie, les sérovars Salmonella les plus courants chez les poulets sont S. Typhimurium et S. Livingstone, avec des taux de détection de 12 % et 1,6 % respectivement dans les excréments et les surfaces (Djeghout et al., 2017).

Tableau II:Serotypes of Non-Typhoidal Salmonella isolated in different cities in Algeria(Djeghout et al., 2017).

Tableau III:Serotypes of Non-Typhoidal Salmonella isolated in different cities in Algeria(Djeghout et al., 2017).

Salmonella serotypes	City of isolation										Source of isolation	Study	Year of Isolation
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
S. Anatum	+			+							Red meat, human	[26, 27]	2006-08
S. Altona	+										Red meat	[27]	2007-08
S. Corvallis	+										Red meat	[27]	2007-08
S. Enteritidis	+	+	+	+	+	+	+	+		+	Red meat, poultry, human	[23, 24, 26-28, 30]	2005-09
S. Typhimurium	+		+	+		+			+		Red meat, poultry, human	[11, 26, 27, 30]	2006-08
S. Livingstone									+		Poultry	[11]	-
S. Hadar				+			+	+			Poultry	[23, 24]	2005-09
S. Virchow				+			+	+			Poultry, human	[23, 26]	2008-09
S. Infantis				+						+	Poultry, human	[23, 26, 28]	2008-13
S. Albany		+	+	+	+	+					Poultry	[11, 30]	2005-07
S. Carnac				+							Poultry	[11, 30]	2005-07
S. Heidelberg		+	+	+	+	+	+	+		+	Poultry, human	[24, 26, 28, 30]	2005-07
S. Rissen				+							Poultry	[24]	2005-07
S. Montevideo				+							Poultry	[24]	2005-07
S. Blockley				+							Poultry	[24]	2005-07
S. Indiana				+							Human	[26]	2006-07
S. Kentucky				+							Human	[26]	2006-07
S. Senftenberg				+			+	+		+	Poultry, human	[23, 26, 28]	2006-09
S. Manhattan							+	+			Poultry	[23]	2008-09
S. Virginia										+	Poultry	[28]	2011-13
S. Newport										+	Poultry	[28]	2011-13

1= Algiers. 2= Boumerdes. 3= Bouira. 4= Contantine. 5= Tizi-Ouzou. 6= Bejaia. 7= Annaba. 8=Eltaref. 9= Batna. 10= Skikda

Tableau IV:Serotypes of Non-Typhoidal Salmonella isolated in different cities in Algeria(Djeghout et al., 2017).

Dans l'est de l'Algérie, à Constantine, une étude révèle une prévalence significative des NTS dans la production de poulets de chair, avec 37 % des élevages et 53 % des abattoirs positifs à la salmonelle lors des inspections. Parmi les sérovars identifiés, cinq ont été retrouvés à la fois dans les fermes et les abattoirs, tandis que certains, tels que S. Heidelberg et S. Rissen, étaient spécifiques aux fermes, et d'autres comme S. Typhimurium, S. Enteritidis et S. Montevideo, se retrouvaient exclusivement dans les abattoirs (tableau 2) **(Djeghout et al., 2017).**

Une enquête préliminaire a été menée sur la prévalence de la contamination par Salmonella chez les troupeaux de poules pondeuses dans les régions voisines d'Annaba et d'El Taref (Figure 6). Les sérovars les plus répandus isolés étaient S. Enteritidis, S. Kentucky, S. Hadar, S. Virchow, S. Heidelberg et S. Manhattan (tableau 2) **(Bouzidi et al., 2012).**

Une étude de surveillance en 2007 dans quatre villes algériennes (Tizi-Ouzou, Bouira, Bejaïa et Boumerdes) a révélé treize sérotypes parmi 100 isolats de Salmonella dans des exploitations avicoles(figure 6 , tableau 2) **(Bounar-Kechih et al., 2012)**. À Skikda en 2013, une enquête sur la gastro-entérite a montré une contamination de 34 % dans 27 poulaillers, avec des sérotypes dominants tels que S. Kentucky, S. Heidelberg, S. Enteritidis, S. Virginia et S. Newport (tableau 2) **(Djeffal et al., 2017).**

Comme dans de nombreux autres pays en développement, l'Algérie est confrontée à un manque de données sur l'infection par le NTS, probablement lié à une faible capacité de diagnostic et à un manque d'enquête épidémiologique. Il serait préférable de se concentrer sur la création et la mise en place de stratégies de surveillance en laboratoire, qui, à leur tour, fourniront des données intégrées aux autorités de santé publique, leur permettant ainsi de réagir et d'intervenir de manière efficace en cas d'infection par le NTS **(Djeghout et al., 2017).**

Matériel et méthodes

I. MATERIEL ET METHODES

I.1 Problématique et objectif

Les infections entérohémorragiques d'origine bactérienne, telles que celles causées par Escherichia coli O157 :H7, représentent un problème de santé publique important en Algérie en raison de leurs conséquences potentiellement graves (syndrome hémolytique et urémique, colite hémorragique, etc.). Cette étude vise à déterminer la prévalence et l'incidence des infections entérohémorragiques d'origine bactérienne dans la région de Médéa et identifier les principaux agents pathogènes responsables de ces infections et leurs caractéristiques épidémiologiques (souches, sérotypes, etc.).

I.2 Type et période d'étude

L'enquête approfondie a été réalisée du février au juin 2024. La collecte des échantillons a eu lieu entre le janvier 2024 et le mai 2024.

I.3 Cadre d'étude

Cette étude vise à estimer tous les cas des personnes qui ont une infection d'origine bactérienne afin d'identifier les infections entérohémorragique pour reconnaître les causes, les sources et les modes de transmission de cette infection. Les souches ont été isolées et identifiées par les méthodes biochimiques au laboratoire d'analyses Zitouni, Chiffa, et EPSP à Médéa, à partir d'échantillons d'urine et des selles.

I.4 Critères d'inclusion

Les patients inclus dans cette étude ont été les globules rouges dans les urines et diagnostiqués positivement par une infection d'origine bactérienne spécialement E.coli , tous les groupes d'âge ont été inclus ainsi que les 2 genres (femme /homme).

I.5 Matériels et méthodes

I.5.1 Protocol d'isolement et d'identification à partir des urines

I.5.1.1 Prélèvements

La qualité du prélèvement est essentielle, le recueil et le transport doivent être effectués selon des règles d'asepsie pour éviter la contamination et la multiplication bactérienne.

Le prélèvement se fait le matin dans des tubes stériles, sur des urines concentrées. Le recueil d'urine se fait dans un tube stérile fermé qui peut contenir jusqu'à 20 ml d'urine.Le prélèvement est accompagné d'une fiche de renseignements sur laquelle sont mentionnées les coordonnées relatives au malade (nom, prénom, sexe, âge…).

Le prélèvement, une fois effectué, doit être acheminées le plus rapidement possible au laboratoire. L'examen doit être effectué dans les 2 heures qui suivent le prélèvement ou garder à +4°C moins de 24 heures. (Figures 7)

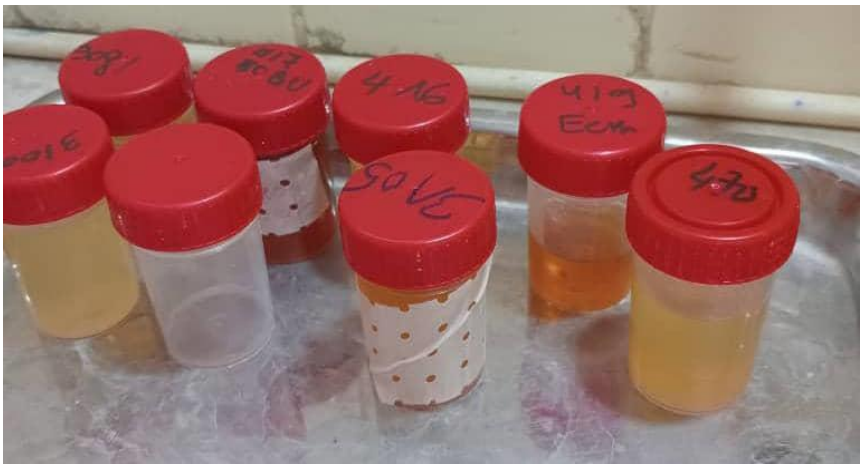


Figure VI : les prélèvements urinaires (photo originale 2024)

I.5.1.2 Examen cytobactériologique des urines (ECBU)

Analyse bactériologique la plus fréquemment pratiquée au laboratoire, est l'examen de choix, susceptible de confirmer l'infection urinaire. L'ECBU va permettre d'apprécier de façon quantitative et qualitative la présence d'éléments figurés (leucocyturie, hématurie, cellules épithéliales) et de micro-organismes (bactériurie, candidurie) (Cavallo and Garrabé, 2003)

I.5.1.3 Examen macroscopique

Il consiste à examiner l'aspect des urines à l'œil nu à la recherche d'anomalies ; il implique à contrôler Certains paramètres tel que la couleur, l'odeur ainsi que la viscosité (Berthélémy, 2016)

I.5.1.4 Examen microscopique

Est une étude quantitative et qualitative. Il consiste à examiner un échantillon d'urine au microscope à la recherche de cellules, de cristaux et d'autres éléments. Il est nécessaire d'examiner une goutte d'urine à l'état frais. Après avoir homogénéisé le tube, mettre une goute sur cellule de comptage de type Malassez, et observer au microscope optique Gx40. Cet examen permet de de voir Les globules rouges, Les globules blancs, Les cristaux…… (figure 8)

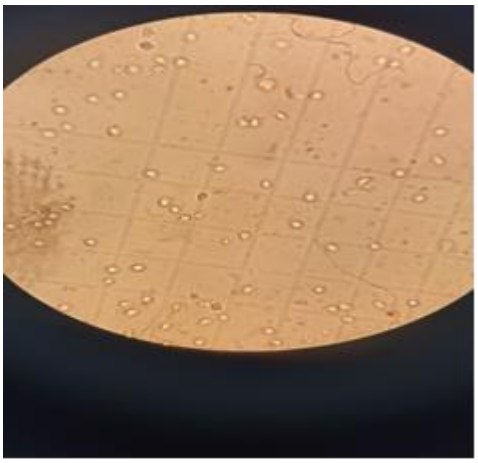


Figure VII : observation des urines a l'état frais sous microscope (photo originale 2024)

I.5.1.5 Mise en culture

Cette étude permet d'identifier les bactéries responsables de l'infection. On a effectué la dilution des urines, Mettre deux gouttes d'urine dans un écouvillon qui contient 5 ml d'eau physiologie stérile, après homogénéisé avec le vortex. L'urine dilué est ensemencée dans les milieux gélose nutritive et chromAgar Orientation en utilisant la technique d'étalement à l'aide d'une pipete pasteur stérile, l'incubation se fait à une température de 37°C pendant 18 à24 heures à l'étuve.

Après la période d'incubation, l'identification des E. coli après avoir une variation de la couleur vers le rose foncé (Figure 9).

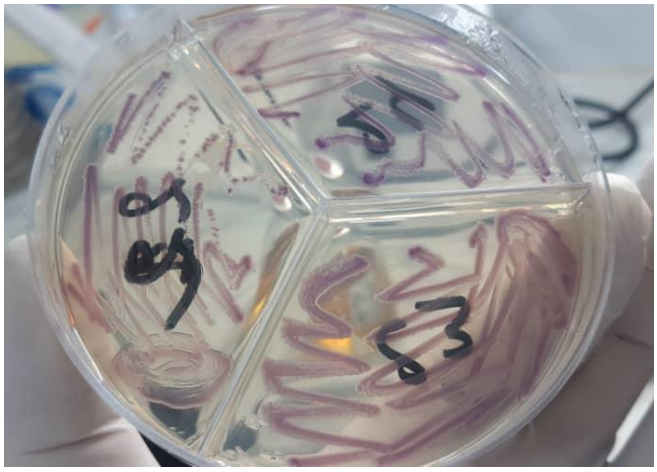


Figure VIII: colonies d'E. Coli sur milieu chromAgar (colonies rose foncé) (photo originale 2024)

I.5.1.6 Repiquage sur milieu MacConkey sorbitol (SMAC)

I.5.1.6.1 PREPARATION DE MILIEU :

Suspendre 51,5 g poudre de milieu dans 1litre d'eau distillée stérile (PH :7,1 ±0,2 à 25 °C). Puis Stériliser le milieu à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes. (Figure 10)

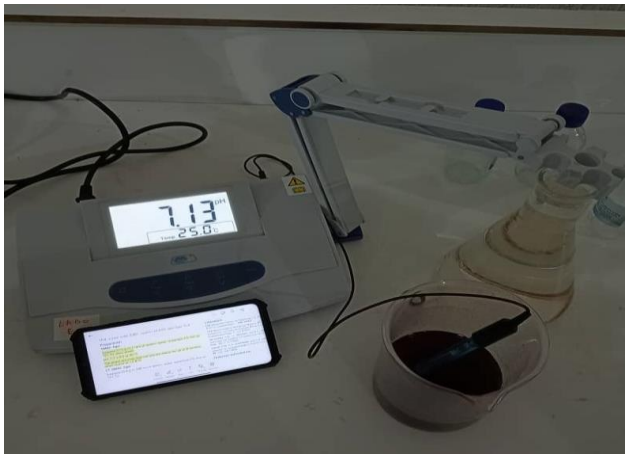


Figure IX : préparation de milieu SMAC (photo originale 2024).

I.5.1.6.2 REPIQUAGE

Afin de détecter la présence du E. Coli , chaque souches d'Escherichia coli ont été étalées sur un milieu de culture MacConkey au sorbitol, puis placées dans un incubateur pendant 24 heures à 37°C.

Après 24 heures, l'analyse des résultats a révélé que les colonies incolores avec un changement de couleur du centre vers le jaune (Z-5544) sont négatives au sorbitol, indiquant qu'il s'agit d'Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) (Figure 11). En revanche(Z-5510), les colonies roses sans changement de couleur sont positives au sorbitol et donc non entérohémorragiques (Figure 11). Sur les 272 souches d'E. coli testées, 39 se sont avérées négatives au sorbitol (EHEC).

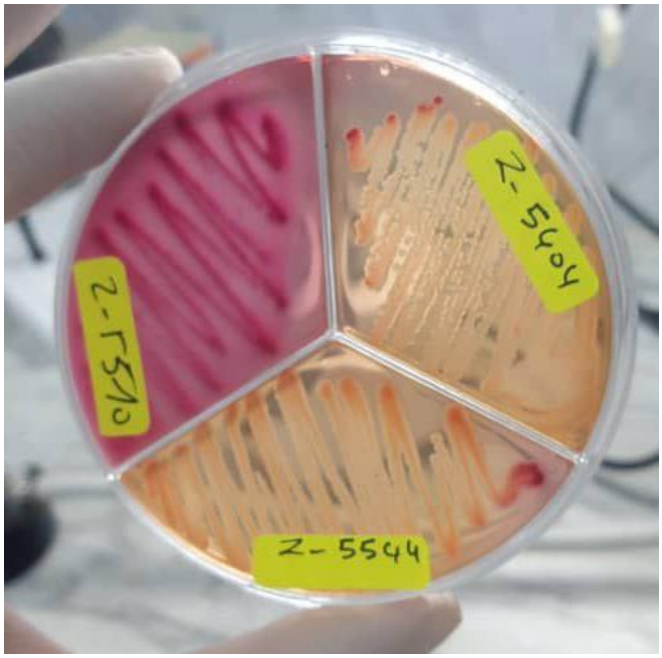


Figure X: colonies d'E. Coli sur milieu MacConkey Sorbitol (photo personnel 2024)

I.5.2 Protocol d'isolement à partir des selles

I.5.2.1 Test FOB (Fecal Occult Blood)

Test de diagnostic rapide FOB (Fecal Occult Blood) pour la recherche de sang occulte dans les selles.Est un Test immun chromatographique réservé à la détection qualitative de l'hémoglobine humaine. Ce test est conçu pour faciliter le diagnostic des désordres gastrointestinaux. Interprétation visuelle au bout de 5 minutes (Rubeca et al., 2006)

Prend petite quantité des selles et déposer sur la carte de test FOB. L'apparition d'une ligne rouge résulte d'un résultat négatif et de deux lignes de résultat positif (Figure 12)

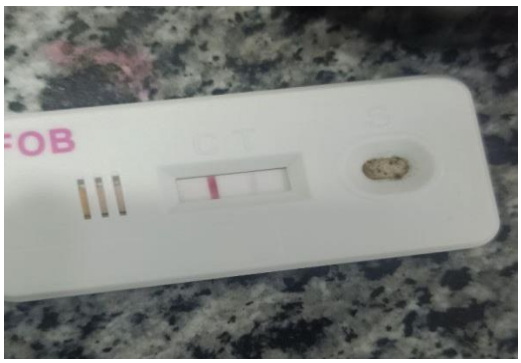


Figure XI: test FOB positive (apparition de deux ligne rose)(photo originale 2024).

Si les résultats du test fob sont positifs, nous passerons à la coproculture.

I.5.2.2 Coproculture

La coproculture est un examen médical qui consiste à analyser un échantillon de selles en laboratoire pour rechercher la présence de bactéries pathogènes, de parasites ou d'une prolifération anormale de bactéries commensales (habituellement présentes dans l'intestin) (Avril, 1979)

I.5.2.2.1 PRELEVEMENTS

Les selles sont recueillies dès émission dans un récipient propre, de préférence les selles du matin, le prélèvement est acheminé immédiatement au laboratoire(<2H).Le prélèvement est accompagné d'une fiche de renseignements sur laquelle sont mentionnées les coordonnées relatives au malade (nom, prénom, sexe, âge…). (figure13) .Le prélèvement peut être conservé au maximum 12 à 24 h à +4°C.



Figure XII: prélèvement des selles (photo originale 2024).

I.5.2.2.2 EXAMEN MACROSCOPIQUE

Est une étape initiale et cruciale de l'analyse des selles, permettant d'observer les caractéristiques physiques des selles à l'œil nu.

La consistance des selles : Des selles molles ou liquides peuvent indiquer une diarrhée, tandis que des selles dures ou sèches peuvent suggérer une constipation.

L'aspect des selles : La présence de sang, de glaire ou de graisse dans les selles peut orienter vers une pathologie digestive sous-jacente (Avril, 1979)

I.5.2.2.3 MISE EN CULTURE

Permet de rechercher la présence de bactéries pathogènes responsables d'infection (Avril, 1979).La mise en culture des selles nécessite l'utilisation de milieux d'isolement sélectifs et d'enrichissement favorisant la croissance des germes pathogènes peu abondants selon (Pascal FRAPERIE, 2016).

Jour 1 :

Préparation de Suspension de selles, on Prend petite quantité des selles et le mettre dans un tube à essai qui contient 5ml d'eau physiologique stérile et agiter bien avec le vortex. (Figure 14)

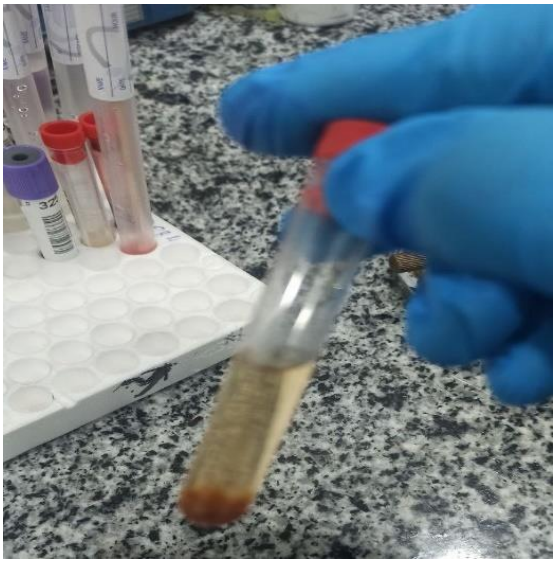
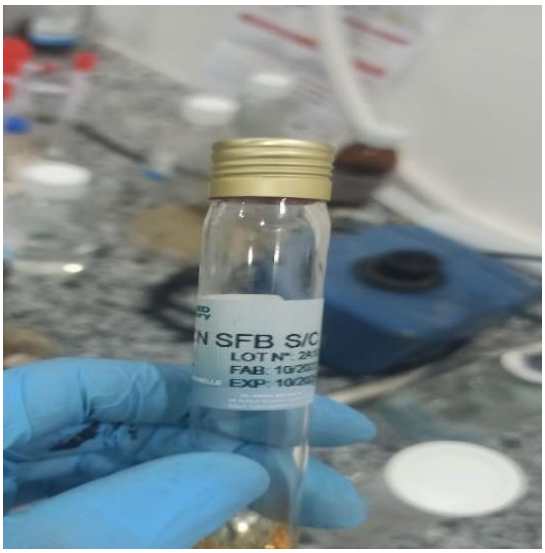


Figure XIII : préparation de suspension de selles (photo originale 2024)

Isolement sur milieu hektoen apartir de suspension de selles, incuber 37°C pendant 24 H . Enrichissement dans un tube qui contient bouillon sélénite (Bouillon sfb +additif sfb), incuber 37°C pendant 24 H. (SFM 1) (figure 15 et 16)



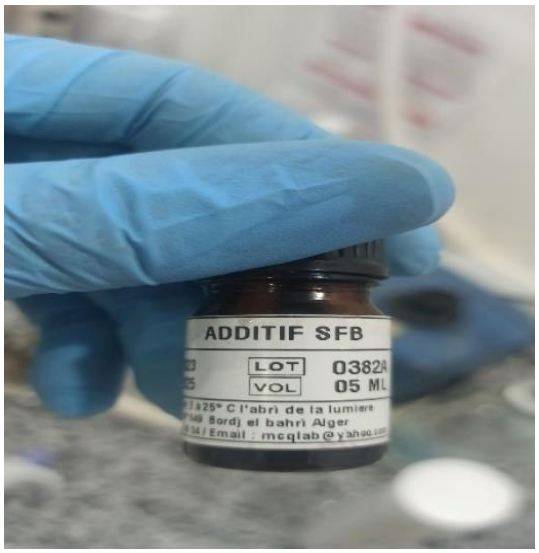


Figure XIV : bouillon SFB (photo originale 2024) **Figure XV : additif SFB (photo originale 2024)**

Jour 2 :

Après la période d'incubation, repiquage des colonies sur un deuxième milieu hektoen apartir de premier enrichissement sfm 1, incuber 37°C pendant 24 H.

On fait un deuxième enrichissement SFM 2 apartir de premier enrichissement SFM 1, incuber 37°C pendant 24 H.

Jour 3 :

Apres la période d'incubation, repiquage des colonies sur un troisième milieu hektoen apartir de deuxième enrichissement SFM 2, incuber 37°C pendant 24 H.

L'apparition des colonies vert sur hektoen, la présence de salmonella ou shigella (Figure 17)



Figure XVI : colonies salmonella sur milieu hektoen (colonies vert) (photo originale 2024)

I.5.2.3 Repiquage sur le milieu s-s (gélose Salmonella-Shigella)

Est un milieu de culture sélectif et différentiel utilisé en microbiologie pour l'isolement et l'identification des bactéries entériques pathogènes, en particulier les salmonelles et les shigelles.

Pour l'identification des souches de salmonella et shigella, on a repiqué les souches dans le milieu ss par l'ensemencement à l'aide de l'anse de platine et incubés dans l'étuve pendant 24h à 37°C.

Après la période d'incubation les colonies qui sont incolore sont shigella, et les colonies noires sont salmonella.

I.5.3 Confirmation par La galerie API 20 E

Prenez une seule colonie isolée (à partir d'une culture pure) et faites une suspension bactérienne dans de l'eau distillée stérile (0,5 McFarland). Après Réunir fond et couvercle d 'une boîte d'incubation et répartir de l 'eau dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide. Puis déposer stérilement la galerie dans la boîte d 'incubation. Prenez une pipette pasteur et remplissez ces compartiments avec la suspension bactérienne. Après Incubez le plateau à 37 o C pendant 18 à 24 heures. Après incubation ajouter les réactifs comme suit, Une goutte de réactif TDA, puis Une goutte de réactif de James ou Kovacs, après Une goutte de réactif de VP1 puis VP2. La lecture de ces réactions (positives ou négatives) se fait en fonction des variations des couleurs Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au Tableau de Lecture. L'identification est obtenue à partir du profil numérique.

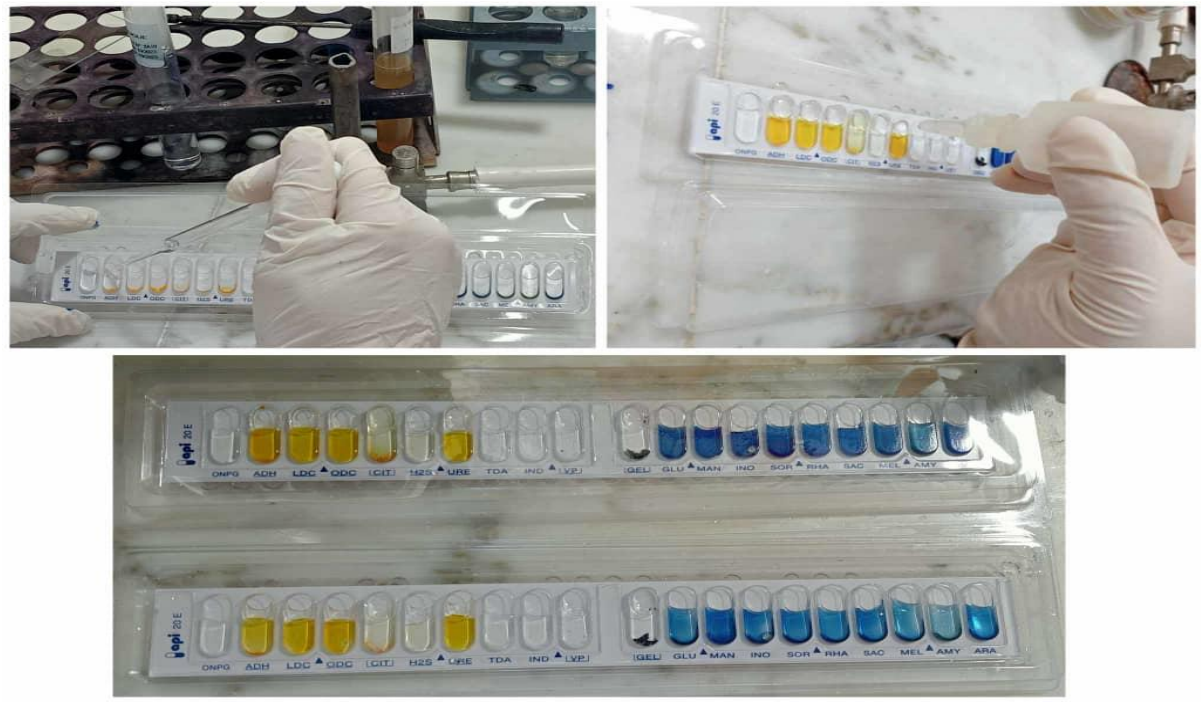


Figure XVII : préparation de la galerie (photo originale 2024)

I.5.4 Test de sensibilité aux antibiotiques (Antibiogramme)

Un antibiogramme est un examen de laboratoire qui permet de déterminer la sensibilité d'une bactérie à différents antibiotiques. Il s'agit d'un outil essentiel pour le choix de l'antibiotique le plus efficace pour traiter une infection bactérienne (Jehl et al., 2015)

I.5.4.1 Préparation de suspension bactérienne

La préparation de la suspension bactérienne est une étape cruciale pour assurer la précision des résultats. A partir de la culture bactérienne incubée pendant 24h à 37°c, avec une pipette pasteur stérile on prélève 3 à 5 colonies isolées de la culture pure, puis déchargées dans un tube stérile qui contient d'eau physiologie stérile, et bien mélangée la suspension avec un vortex. La densité de la suspension bactérienne a été ajustée à 0,5 Mac Ferland. (Figure 19)



Figure XVIII: préparation de suspension bactérienne (photo originale 2024)

I.5.4.2 Mise en culture

Un écouvillon stérile a été immergé dans la suspension bactérienne, puis frotté de haut en bas sur toute la surface du milieu de culture Mueller Hinton en stries serrées. On a effectué cette opération à plusieurs reprises, en tournant la boîte de 60° à chaque fois. (Figure 20)



Figure XIX: ensemencement de suspension bactérienne sur Mueller Hinton (photo originale 2024) .

I.5.4.3 Application des disques d'antibiotiques :

On a utilisé un distributeur de disques ou une pince stérile pour appliquer les disques d'antibiotiques conçus pour les Entérobactéries. Il est important de ne pas dépasser 6 disques sur une boîte de 90 mm de diamètre. Assurer que chaque disque est bien adhéré à la surface de milieu et qu'il est placé à une distance suffisante des autres disques pour éviter la fusion des zones d'inhibition. Les boites sont ensuite incubées à 35°C pendant 24 heures. (Figure21)



Figure XX:application des disques d'antibiogramme (photo originale 2024).

I.5.4.4 Lecture et interprétation

Après une nuit à 37°C, il s'établit un gradient de concentration de l'antibiotique. L'interaction entre la bactérie et l'antibiotique s'exprime par une zone d'inhibition dont le diamètre est une expression indirecte de la CMI. La lecture se fait par la mesure les diamètres des zones d'inhibition autour de chaque disque d'antibiotique avec une règle ou un calibreur, puis on compare ces résultats aux valeurs critiques(tableau)

L'interprétation est faite selon les critères du comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM). Les bactéries sont, ensuite, classées dans l'une des

Catégories : résistante, intermédiaire ou sensible.

Les antibiotique testé sont : Ampicilline, Amoxicilline-clavulanate, Céfazoline , Céfotaxime, Céfoxitine , Cotrimoxazole , Ciprofloxacine , Furane , Fosfomycine , Amikacine , Imipenème, Gentamycine .

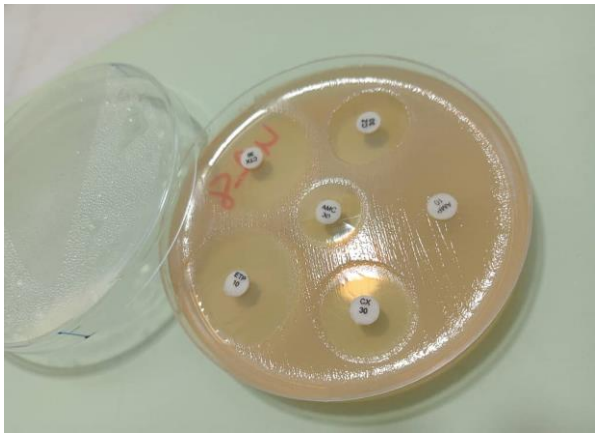


Figure XXI: antibiogramme après période d'incubation (photo originale 2024).

I.5.5 Conservation des souches

Les souches d'EHEC ont été préservés dans un milieu de conservation spécialement préparé après l'enrichissement des souches. L'enrichissement des souches a été effectué 48 heures avant le jour de conservation dans le milieu BHIB.

On a conservé dans un tube Eppendorf de 1,5 ml, on a mélangé 0,5 ml de glycérol et 0,5 ml de bouillon BHIB. Deux ou trois colonies distinctes ont été placées dans ce tube, puis agitées vigoureusement au vortex jusqu'à ce que le mélange soit homogène. Enfin, les échantillons ont été stockés à une température de -20°C.

Résultats

I. RESULTATS

I.1 Répartition des résultats dans l'ECBU

Nous avons mené une étude visant à identifier les bactéries Escherichia coli pathogènes responsables des infections entérohémorragiques. Pour ce faire, nous avons effectué un examen cytobactériologique sur les urines des patients de janvier à mai ,446 patientes atteints d'insuffisance rénale, après l'identification des résultats montre qu'il Ya 272 souches d'E. Coli dans cette période (figure 23), provenant de la wilaya de Médéa. De plus, nous avons identifié le sérotype 0157:H7, qui pourrait être la principale cause d'insuffisance rénale terminale.

Avant de présenter les résultats nous présentons d'abord l'ensemble des cas mis a notre disposition

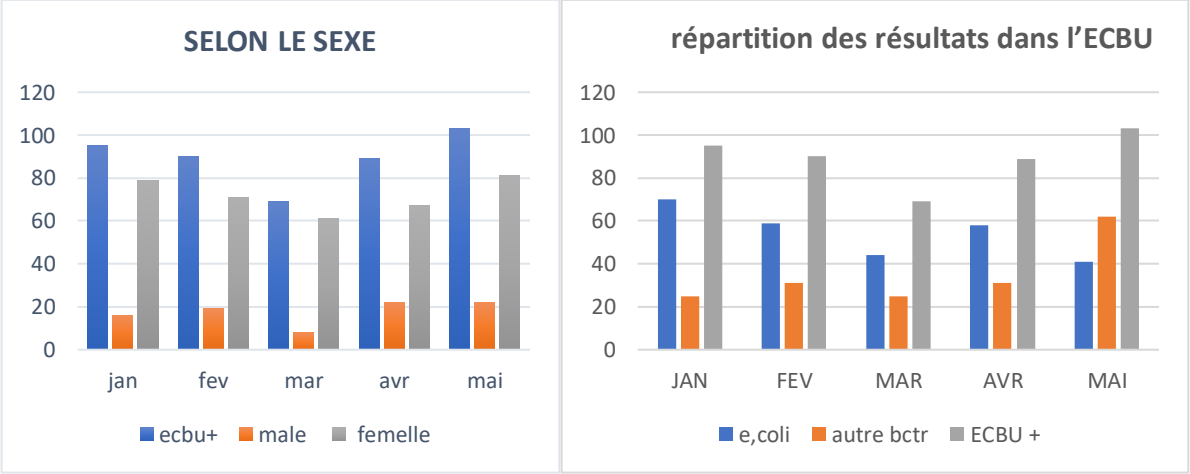


Figure XXII : répartition des résultats dans l'ECBU depuis janvier a mai selon les deux sexes.

On observe dans ces résultats que on a une seuil des cas positive de ECBU pendant le mois le plus chaude mai ,et une dominance d'E. coli que les autres bactéries dans l'ECBU et d'une autre façon on a une dominance des féminines que les masculins dans les résultats identifier .

I.1.1 Répartition des résultats selon les pathotypes identifie d'Escherichia coli

Résultat obtenu représente les souches d'Escherichia coli qui ont été positive par Escherichia coli entérohémorragique (ECEH) parmi 272 souches d'E. Coli.

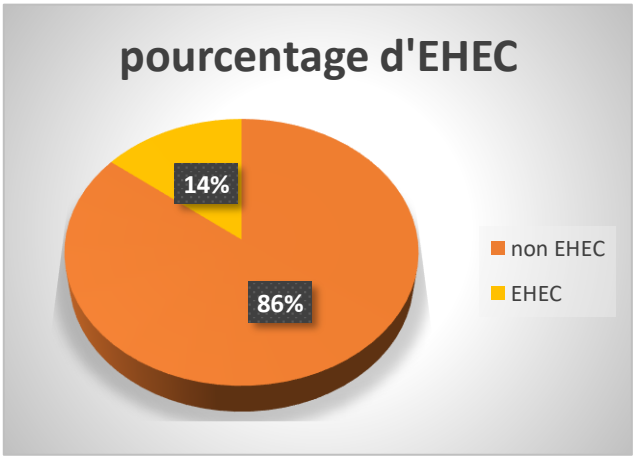


Figure XXIII: résultat montre le pourcentage d'implication d'EHEC par rapport aux non-EHEC dans des souches d'E.Coli.

Ce résultat représente 14 % d'EHEC équivalent de 39 souches par contre les 233 souches ont été positifs par Escherichia coli non entérohémorragique.

I.1.2 Répartition des résultats d'infection par Escherichia coli entérohémorragique selon l'âge et le sexe :

Résultat obtenu qui représente la distribution des cas d'infection par EHEC selon l'âge et le sexe

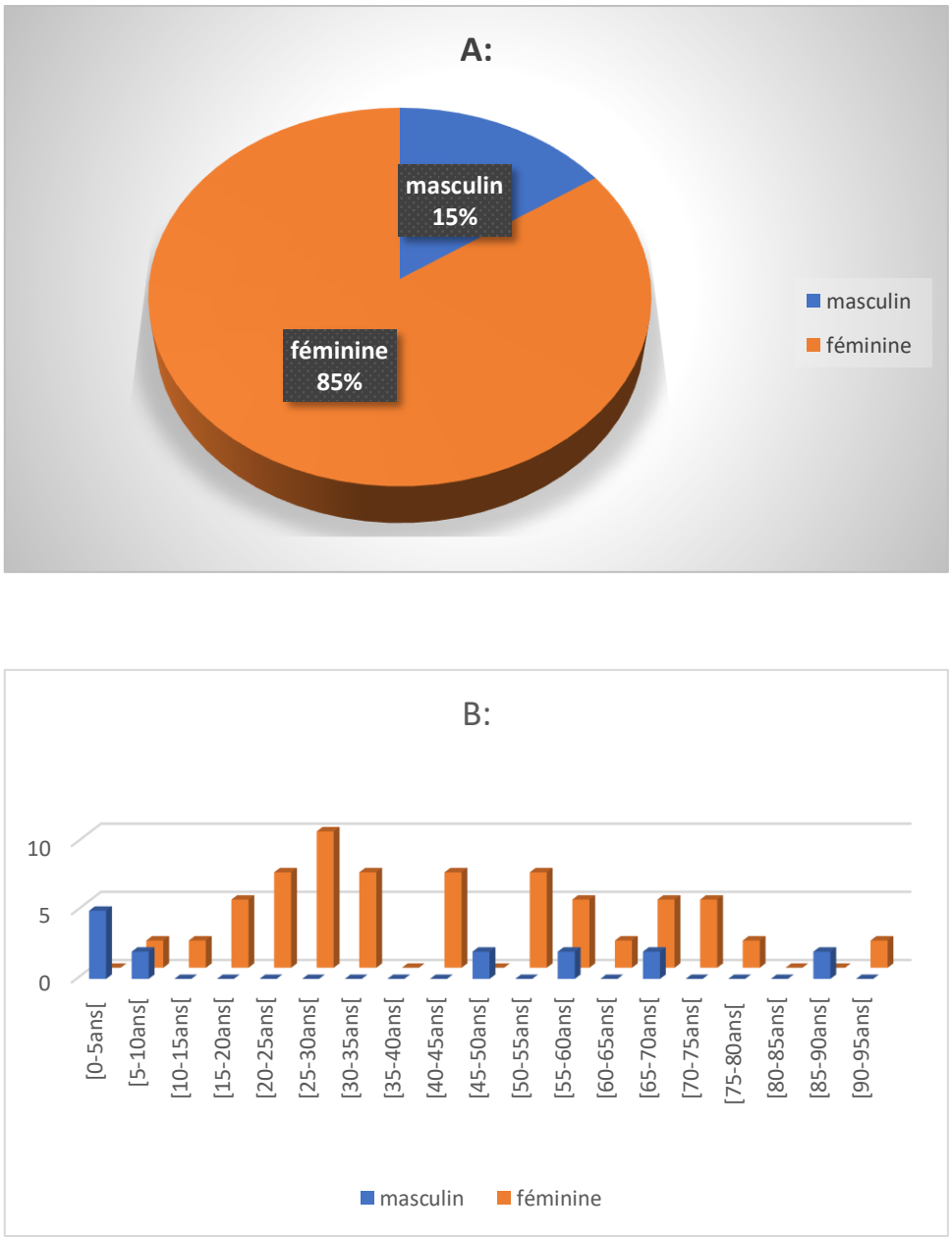


Figure XXIV: A. Distribution globale des souches d'EHEC selon le sexe B. Répartition des résultats d'infection par EHEC selon le sexe et l'âge.

Ces résultats indiquent que l'infection par EHEC est plus fréquente chez le féminine, qui représentent environ 85% des cas. Selon l'histogramme, les classes d'âge sont reparties entre 0 et 95

ans avec un intervalle de 5 ans. On observe que la plupart des classes sont dominées par le sexe féminine, Et une prédominance féminine est enregistrée dans la classe [25-30ans[soit 10 % et nous observons qu'il aucune cas d'infection par EHEC n'a été enregistré dans les groupes d'âge [0-5ans[, [35-40ans[, [40-45ans[et [80-90ans[, en revanche une prédominance masculin est enregistrée dans les groupes [0-5ans[et les groupes d'âge [5-10ans[, [45-50ans[, [55-60ans[, [65-70ans[et [85-90ans[ne dépassent pas 2 % dans les hommes . Pour le reste aucun cas d'infection par EHEC n'a été enregistré chez les hommes.

En récapitulant, La répartition d'infection par EHEC chez le sexe féminine. et plus fréquente dans les enfants du sexe masculin, cependant le taux d'infection chez les adultes est dominé par les femmes.

I.1.3 Répartition selon les antécédents des patients :

Voici les résultats obtenus des cas confirmés positifs par EHEC selon les antécédents .

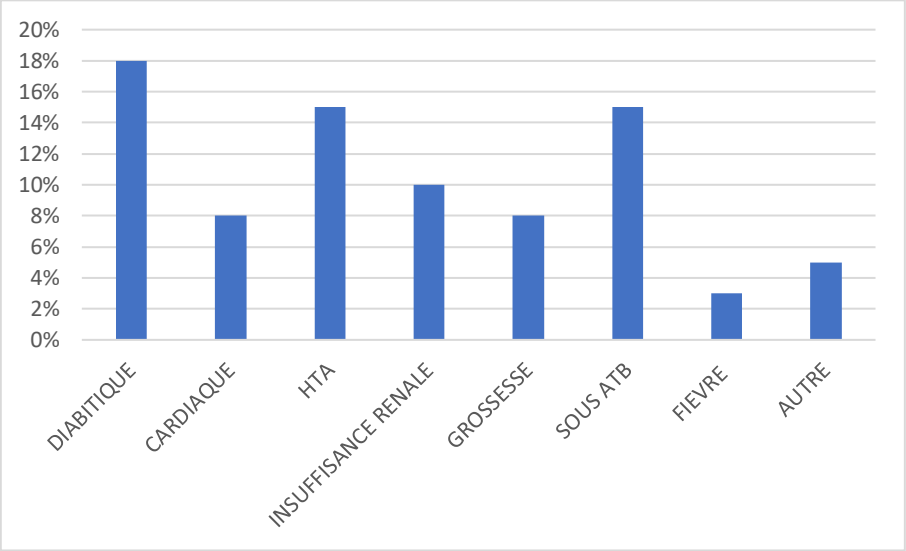


Figure XXV: résultats montre le pourcentage des patients selon les 8 paramétrés (diabétique, cardiaque, hta, sous ATB, insuffisance rénale, grosses, fièvre et autre) pour les patients atteints par EHEC.

Le graphique présenté montre la répartition des patients selon leurs antécédents pour les cas confirmés positifs par EHEC. Les antécédents pris en compte sont les suivants : diabétique, cardiaque, hta, sous ATB, insuffisance rénale, grosses, fièvre et autre. Les résultats montrent que les antécédents les plus fréquents chez les patients atteints d'EHEC sont le diabète (18%), l'HTA (15%), sous ATB (15%) et insuffisance rénale (10%). Les autres antécédents sont moins fréquents, avec des pourcentages compris entre 8% et 2%.

I.1.4 Résultats d'antibiogramme :

Voici les résultats de chaque antibiotique testé dans cette étude selon la résistance, la sensibilité des patients dans le cadre de IEH.

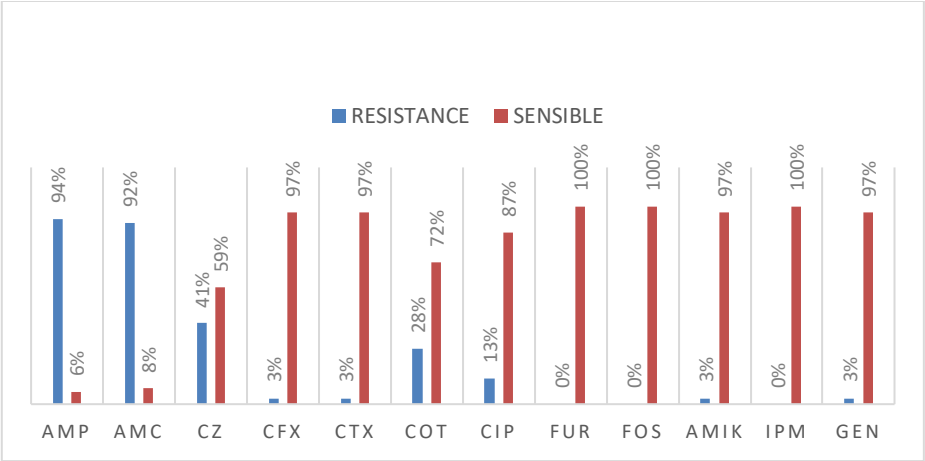


Figure XXVI: Le profil de résistance d'EHEC isolés aux différents antibiotiques testes

Concernant ces résultats, EHEC présentée une Haute résistance à l'Ampicilline et à l'amoxicilline-clavulanate : Plus de 94% et 92% des souches d'EHEC sont résistantes à ces antibiotiques, respectivement, et une résistance importante Céfazoline avec un pourcentage asses important 41%, ainsi des niveaux de résistance variables à d'autres antibiotiques telle que cotrimoxazole, ciprofloxacine, Céfotaxime, Céfoxitine, amikacine et gentamycine avec des faibles pourcentages. D'autre part, L'étude de la sensibilité d'EHEC aux antibiotiques a montré des niveaux élevés de sensibilité et totale au l'Imipenème, Fosfomycine et furane 100% suivie par : Céfotaxime, Céfoxitine, amikacine et gentamycine avec un taux de pourcentage de 97%, et une sensibilité importante de ciprofloxacine, cotrimoxazole et Céfazoline avec des pourcentage 87% ,72%, 59% respectivement, et pour l'Ampicilline et à l'amoxicilline-clavulanate une faible sensibilité avec des pourcentages faibles.

Tableau V:Represent de la fréquence d'antibiogramme des souches d'EHEC vis-à-vis de différent types

SOUCHES	AMP	AMC	CZ	CFX	CTX	COT	CIP	FUR	FOS	AMK	IPM	GEN	nmbr de R/12	Pourcentage
1,3,5,13,14,15,16,18,20,27,31,33,35	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2R/12	33.33
4,7,10,19, 21 22,24,25 ,32, 36,39	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	3R/12	25.64
17,28,38,	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	4R/12	7.69
2,37	R	R	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	4R/12	5.12
30,34	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0R/12	5.12
6	R	R	R	S	S	R	S	S	S	R	S	R	6R/12	2.56

8	R	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	3R/12	2.56
9	R	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	3R/12	2.56
11	R	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	5R/12	2.56
12	R	R	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	4R/12	2.56
23	R	R	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	4R/12	2.56
26	R	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	4R/12	2.56
29	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	1R/12	2.56

Tableau VI:Represent de la fréquence d'antibiogramme des souches d'EHEC vis-à-vis de différent types

AMP : ampicilline ,AMC :amoxicilline-clavulanate, Cz : Céfazoline ,CTX : Céfotaxime, CFX :Céfoxitine , COT : cotrimoxazole , CIP : Ciprofloxacine ,FUR : Furane ,FOS : Fosfomycine , AMK : Amikacine , IPM : Imipenème, GEN : Gentamycine .

I.2 Répartition des résultats de coproculture :

L'étude a porté sur 18 prélèvements de coproculture, dont 4 (22,2%) se sont révélés positifs à Salmonella responsable d'infection entérohémorragique.

Tableau VII : résultats montre l'apparition de salmonella responsable d'infection entérohémorragique selon l'âge, le sexe et les antécédents.

Souche	Age	Sexe	Diarrhée	Grosses	Diabétique	Hyper tention	Sous ATB	Hospitalisé
S1	36	F	+	-	-	-	-	+
S2	11	H	+	-	-	-	-	+
S3	46	F	+	-	-	-	-	+
S4	36	H	+	-	-	-	-	+

Tableau VIII : résultats montre l'apparition de salmonella responsable d'infection entérohémorragique selon l'âge, le sexe et les antécédents.

Les résultats montrent que les patients infectés étaient âgés de 11 à 46 ans et étaient des masculins et des féminines. Tous les patients présentaient de la diarrhée, et aucun patient présentaient également des antécédents de grossesses, de diabète, d'hypertension artérielle. Tous les patients étaient à l'hôpital.

I.2.1 Résultats d'antibiogrammes

Voici les résultats de chaque antibiotique testé dans cette étude selon la résistance, la sensibilité des patients.

Souche	AMP	AMC	CS	CTX	SXT	GN	CIP	CX	AK	FOX	ETP	CHT
S1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Tableau IX: Résultat de l'antibiogramme de 4 souches de salmonella vis-à-vis de différents types D'antibiotiques.

AMP : Ampicilline. AMC : Amoxicilline-acide clavulanique. CS : Colistine. CTX : Céfotaxime. SXT : Cotrimoxazole. GN : Gentamicine. CIP : Ciprofloxacine. CX : Céfalosporine. AK : Amikacine. FOX : Céfoxitine. ETP : Érythromycine. CHT : Chloramphénicol.

Le tableau présenté montre les résultats d'un antibiogramme réalisé sur les souches de salmonella, on a testé 12 antibiotiques. Les résultats montrent que toutes les souches de Salmonella sont sensibles à tous les antibiotiques testés.

Discussion

II. DISCUTION

Dans cette étude, une investigation sur les souches d'Escherichia coli entérohémorragique circulantes ainsi que la détection prévalence et de résistance aux antibiotiques chez les souches d'Escherichia coli entérohémorragique (EHEC) isolées à partir des prélèvements urinaires et des souches salmonelles isolées à partir des prélèvements de selles (coproculture) de la population de Médéa a été mise en évidence. Notre travail a analysé un total de 39 souches d'ECEH et 4 souches salmonelles

Tout d'abord ont révélé que on a un seuil des cas positive de ECBU pendant le mois le plus chaud mai, et une dominance d'E. coli que les autres bactéries dans l'ECBU et d'une autre façon on a une dominance des féminines que les masculins dans les résultats identifier. Ces résultats sont proches à ceux obtenus dans le nord de la Palestine selon (Chazan et al., 2011) la saison estivale a connu un nombre significativement plus élevé d'E. coli (Infection du flux sanguin) BSIs par rapport à l'hiver ou les saisons de transition.

En suite ont révélé un taux de 14 % d'ECEH (39 souches ont été identifiées en tant qu'ECEH parmi 272 E. Coli collectés entre le 1 janvier 2024 et le 30 mai 2024) . ces résultats sont proches à ceux obtenus en Nigeria les études menées par (d'Akinyemi et al.) ont révélés un taux de 8,4 % étaient des souches entérohémorragiques (EHEC) Parmi les 83 isolats d'E. coli détectés à partir des selles de patients souffrant de maladies diarrhéiques aiguës (Mashood et al., 2006).

Pour ce qui concerne la répartition des résultats d'infection par EHEC selon le sexe et l'âge, les résultats indiquent une prévalence plus élevée de l'infection par EHEC chez les femmes, représentant environ 85 % des cas. De plus, les résultats montrent une répartition différente des infections selon les groupes d'âge et le sexe. Les femmes présentent une prédominance dans

Plusieurs tranches d'âge, notamment de 25 à 30 ans avec un pourcentage 10 %. ces résultats sont proches à ceux obtenus en Allemagne qui ont marqué des souches entérohémorragiques (EHEC) principalement touché des patients adultes, dont 89 % étaient de sexe féminin (Lemaignen et al., 2013) .Cela indique également que des facteurs spécifiques liés à l'âge et au sexe peuvent influencer la susceptibilité aux infections urinaires. Parmi ces facteurs, on trouve Les différences biologiques, comme l'anatomie de l'appareil urinaire, joue un rôle dans les infections urinaires. Chez les hommes, l'urètre agit comme une barrière contre les bactéries en raison de son sphincter et de sa longueur plus importante. En revanche, chez les femmes, l'anatomie du petit bassin, avec la proximité de l'anus, du vagin et la courte longueur de l'urètre, favorise la survenue d'infections urinaires (Stéphanie VORKAUFER 2011), Les différences hormonales entre les sexes, comme celles observées lors de la ménopause et de la grossesse chez les femmes, induisent des transformations physiologiques, des fluctuations hormonales et affaiblissent les défenses immunitaires. Ces ajustements rendent le corps, en particulier la flore vaginale, plus susceptible aux infections virales et bactériennes. Ce déséquilibre peut favoriser le développement d'infections vaginales qui, dans certains cas, peuvent migrer vers l'urètre, entraînant ainsi une infection urinaire (Samiya, Sabrina, and ATTI 2020).

De plus, les enfants de sexe masculin sont plus susceptibles d'être touchés dans la tranche d'âge de 0 à 5 ans (avec des cas signalés à 5 et 8 mois). Cette prévalence peut être attribuée au fait qu'ils ne sont pas encore circoncis. Des études montrent que la circoncision réduit significativement l'incidence des infections urinaires au cours des premiers mois de vie (Solomon 2001).

Cependant, il est crucial de noter que les taux d'infection dans la plupart des groupes d'âge demeurent relativement bas, variant de 2% à 10%. Cela signifie que l'infection par EHEC ne concerne qu'une petite fraction de la population dans chaque tranche d'âge, mettant en évidence l'importance des mesures de prévention et de contrôle pour réduire la propagation de cette infection.

La plupart de ces malades présentent d'autres pathologies en parallèle à savoir le diabète ou hypertension artérielle et maladie cardiovasculaire, de plus la majorité d'entre eux sont âgés. Tous ces paramètres avec leurs effets dépressifs sur le système immunitaire peuvent être à l'origine de ce taux relativement élevé, Il est possible d'affirmer que ces maladies sont des facteurs de risque, des études menée par (Rs et al., 2009) et (Clark et al., 2010) ont rapporté que ces maladies peuvent être des facteurs de risque donc ces études justifié nos résultats.

Pour ce qui est la répartitions des souches selon l'antibiosensibilité, les souches étudiées présentent une variabilité significative de la résistance et de la sensibilité à différents antibiotiques, Les souches présentent une résistance très élevée aux l'Ampiciline et à l'amoxicilline-clavulanate plus de 90 % pour les deux , EHEC présentait une résistance très élevé à l'Ampiciline car c'est l'antibiotique le plus utilisé, suivie par une résistance importante Céfazoline avec un pourcentage asses important 41%, L'ampicilline est devenue l'antibiotique le moins actif sur EHEC par un taux de résistance élevé de 66.6% en fonction des études d'Iran (Elnaz Abbasi et al. 2020). Ainsi l'étude a montré des niveaux de résistance variables à d'autres antibiotiques telle que cotrimoxazole, ciprofloxacine, Céfotaxime, Céfoxitine, amikacine et gentamycine avec des faibles pourcentages, ceci serait due à la rareté de prescription de ces antibiotiques. Une faible résistance aux antibiotique Céfotaxime en fonction des études d'Iran ; en revanche l'étude menée par (Yandag et al., 2023) a révélé une résistance de 16.7% à la Gentamycine. D'autre part, L'étude de la sensibilité d'EHEC aux antibiotiques a montré une sensibilité totale à l'Imipenème, Fosfomycine et furane 100%, d'après toutes les études d'Iran on a constaté une sensibilité totale d'EHEC contre l'imipenème qui est identique à notre résultat (Elnaz Abbasi et al. 2020).

L'étude a analysé 18 échantillons de coproculture, dont 4 (22,2%) étaient positifs pour Salmonella, une bactérie responsable d'infections entérohémorragiques. Les patients infectés, âgés de 11 à 46 ans, se répartissaient également entre hommes et femmes, tous présentant des symptômes de diarrhée. Il n'y avait aucune corrélation avec des antécédents de grossesse, de diabète ou d'hypertension. Les résultats montrent que tous les patients infectés étaient hospitalisés, soulignant la gravité de l'infection, qui peut toucher un large éventail de la population sans prédispositions médicales spécifiques.

les résultats des antibiogrammes pour les 4 souches de Salmonella testées contre 12 antibiotiques, incluant l'Ampicilline, l'Amoxicilline-acide clavulanique, et la Ciprofloxacine. Toutes les souches se sont révélées sensibles à l'ensemble des antibiotiques testés, indiquant une absence de résistance. Cela facilite le choix de traitements efficaces, mais il reste essentiel de surveiller cette sensibilité en continu, car la résistance aux antibiotiques peut rapidement évoluer et poser un problème de santé publique majeur.

Conclusion

CONCLUSION

Les infections entérohémorragiques représentent un groupe de maladies graves, principalement causées par des bactéries pathogènes comme Escherichia coli, Salmonella, Shigella et d'autres. Elles constituent un problème de santé publique majeur en raison de leur capacité à causer des symptômes sévères et des complications potentiellement mortelles.

Les résultats de notre étude sur les souches qui ont été identifié au niveau du laboratoires privé Zitouni, chiffa et laboratoire de l'hôpital de Médéa, nous avons constaté que :14% des souches sont EHEC et 86% non EHEC. Ces résultats ont montré que l'infection par Escherichia coli entérohémorragique présente une prévalence plus élevée chez les femmes, environ 85% des cas. D'autre part cette étude nous a monté 4 souches de salmonella, les patients infectés étaient âgés de 11 à 46 ans et étaient des masculins et des féminines. Les souches d'EHEC ont observé une résistance vis-à-vis des antibiotiques de l'ampicilline et l'amoxicilline-clavulanate de plus de 90%, Cependant, une faible résistance a été constatée envers des autres antibiotiques, et une sensibilité absolue vis-à-vis l'imipenème à 100%. Cependant cette étude nous a montré une sensibilité assez importante vis-à-vis les autres antibiotiques. Concernant l'antibiogramme de salmonella une sensibilité de 100% à tous les antibiotiques.

Cette étude a montré que les EHEC et les Salmonella sont des agents pathogènes importants des IEH dans la région de Médéa. La résistance aux antibiotiques, en particulier à l'ampicilline et à l'amoxicilline-clavulanate, est préoccupante. Des mesures de surveillance et de contrôle renforcées sont nécessaires pour réduire la propagation des IEH et limiter l'utilisation d'antibiotiques.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abatcha, M.G., Goni, M.D., Abbas, M.A., Jalo, I.M., Mohammed, G., 2020. A Review of Listeria and Salmonella: An Update on Description, Characteristics, Incidence, and Antibiotic Susceptibility. Adv. Anim. Vet. Sci. 8. https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.11.1232.1249

Abdul-Raouf, U.M., Ammar, M.S., Beuchat, L.R., 1996. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from some Egyptian foods. International Journal of Food Microbiology 29, 423–426. https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00076-3

Authority, E.F.S., European Centre for Disease Prevention and Control, 2021. The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. EFSA Journal 19, e06406. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6406

Avril, J.L., 1979. Technique d'une Coproculture. Médecine et Maladies Infectieuses 9, 478–483. https://doi.org/10.1016/S0399-077X(79)80004-9

Baker, M.G., Kvalsvig, A., Zhang, J., Lake, R., Sears, A., Wilson, N., 2012. Declining Guillain-Barré Syndrome after Campylobacteriosis Control, New Zealand, 1988–2010. Emerg Infect Dis 18, 226–233. https://doi.org/10.3201/eid1802.111126

Balasubramanian, R., Im, J., Lee, J.-S., Jeon, H.J., Mogeni, O.D., Kim, J.H., Rakotozandrindrainy, R., Baker, S., Marks, F., 2019. The global burden and epidemiology of invasive non-typhoidal Salmonella infections. Human Vaccines & Immunotherapeutics 15, 1421–1426. https://doi.org/10.1080/21645515.2018.1504717

Bangtrakulnonth, A., Pornreongwong, S., Pulsrikarn, C., Sawanpanyalert, P., Hendriksen, R.S., Wong, D.M.A.L.F., Aarestrup, F.M., 2004. Salmonella Serovars from Humans and Other Sources in Thailand, 1993–2002. Emerg Infect Dis 10, 131–136. https://doi.org/10.3201/eid1001.02-0781

Barka, M.S., Kihal, M., 2010. Prevalence of Escherichia Coli Enterohemorragic O157:h7 in Frozen Bovine Meat in Algeria.

Bäumler, A.J., Tsolis, R.M., Heffron, F., 1997. Fimbrial Adhesins of Salmonella Typhimurium: Role in Bacterial Interactions with Epithelial Cells, in: Paul, P.S., Francis, D.H., Benfield, D.A. (Eds.), Mechanisms in the Pathogenesis of Enteric Diseases, Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer US, Boston, MA, pp. 149–158. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1828-4_23

Bellec, E., 2017. Développement d'un modèle pour comprendre et maîtriser le portage des Escherichia coli entérohémorragiques (EHEC) chez le bovin.

Ben Aissa, R., Al-Gallas, N., Troudi, H., Belhadj, N., Belhadj, A., 2007. Trends in Salmonella enterica serotypes isolated from human, food, animal, and environment in Tunisia, 1994-2004. J Infect 55, 324–339. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2007.06.007

Bergeron, J., n.d. Escherichia coli: Pathotypes and Principles of Pathogenesis (2nd Edition), Edited by Michael Donnenberg.

Beuchat, L.R., Scouten, A.J., 2002. Combined effects of water activity, temperature and chemical treatments on the survival of Salmonella and Escherichia coli O157:H7 on alfalfa seeds. J Appl Microbiol 92, 382–395. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01532.x

Bianchi, D.M., Barzanti, P., Adriano, D., Martucci, F., Pitti, M., Ferraris, C., Floris, I., La Brasca, R., Ligotti, C., Morello, S., Scardino, G., Musolino, N., Tramuta, C., Maurella, C., Decastelli, L., 2023. Food Safety Monitoring of Salmonella spp. in Northern Italy 2019–2021. Pathogens 12, 963. https://doi.org/10.3390/pathogens12070963

Boes, J., Nersting, L., Nielsen, E.M., Kranker, S., Enøe, C., Wachmann, H.C., Baggesen, D.L., 2005. Prevalence and Diversity of *Campylobacter jejuni* in Pig Herds on Farms with and without Cattle or Poultry. Journal of Food Protection 68, 722–727. https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.4.722

Bounar-Kechih, S., Hamdi, T.M., Mezali, L., Assaous, F., Rahal, K., 2012. Antimicrobial resistance of 100 *Salmonella* strains isolated from *Gallus gallus* in 4 wilayas of Algeria. Poultry Science 91, 1179–1185. https://doi.org/10.3382/ps.2011-01620

Bouzidi, N., Aoun, L., Zeghdoudi, M., Bensouilah, M., Elgroud, R., Oucief, I., Granier, S.A., Brisabois, A., Desquilbet, L., Millemann, Y., 2012. *Salmonella* contamination of laying-hen flocks in two regions of Algeria. Food Research International, Salmonella in Foods: Evolution, Strategies and Challenges 45, 897–904. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.027

Brenner, F.W., Villar, R.G., Angulo, F.J., Tauxe, R., Swaminathan, B., 2000. Salmonella Nomenclature. Journal of Clinical Microbiology 38, 2465–2467. https://doi.org/10.1128/jcm.38.7.2465-2467.2000

Bull, S.A., Allen, V.M., Domingue, G., Jørgensen, F., Frost, J.A., Ure, R., Whyte, R., Tinker, D., Corry, J.E.L., Gillard-King, J., Humphrey, T.J., 2006. Sources of *Campylobacter* spp. Colonizing Housed Broiler Flocks during Rearing. Appl Environ Microbiol 72, 645–652. https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.645-652.2006

Butaye, P., Michael, G.B., Schwarz, S., Barrett, T.J., Brisabois, A., White, D.G., 2006. The clonal spread of multidrug-resistant non-typhi *Salmonella* serotypes. Microbes and Infection 8, 1891–1897. https://doi.org/10.1016/j.micinf.2005.12.020

CAMPYLOBACTER [WWW Document], n.d. URL http://www.microbes-edu.org/etudiant/campylo.html (accessed 5.24.24).

Canada, A. de la santé publique du, 2012. Fiche Technique Santé-Sécurité : Agents Pathogènes – Campylobacter jejuni [WWW Document]. URL https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/campylobacter-jejuni.html (accessed 5.14.24).

Cevallos Almeida, M.B., 2018. Salmonella en filière porcine : dynamique d'infection, pouvoir colonisateur et virulence (These de doctorat). Rennes 1.

Chatterjee, S., Raval, I.H., 2019. Chapter 32 - Pathogenic Microbial Genetic Diversity with Reference to Health, in: Das, S., Dash, H.R. (Eds.), Microbial Diversity in the Genomic Era. Academic Press, pp. 559–577. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814849-5.00032-0

Chazan, B., Colodner, R., Edelstein, H., Raz, R., 2011. Seasonal variation in Escherichia coli bloodstream infections in northern palestine. Clinical Microbiology and Infection 17, 851–854. https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03327.x

Chemaly, M., Magras, C., Madec, J.-Y., Santolini, J., Denis, M., n.d. Campylobacter dans les filières de production animale.

Chessa, D., Winter, M.G., Jakomin, M., Bäumler, A.J., 2009. Salmonella enterica serotype Typhimurium Std fimbriae bind terminal α(1,2)fucose residues in the cecal mucosa. Molecular Microbiology 71, 864–875. https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2008.06566.x

Chilcott, G.S., Hughes, K.T., 2000. Coupling of Flagellar Gene Expression to Flagellar Assembly in Salmonella enterica Serovar Typhimurium andEscherichia coli. Microbiology and Molecular Biology Reviews 64, 694–708. https://doi.org/10.1128/mmbr.64.4.694-708.2000

Cogan, T.A., Bloomfield, S.F., Humphrey, T.J., 1999. The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken carcases in the domestic kitchen. Letters in Applied Microbiology 29, 354–358. https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.1999.00656.x

Cointe, A., 2021. Emergence d'infections à Escherichia coli de pathotype hybride, producteurs d'une Shiga toxine et associés à une virulence extra-intestinale : caractérisation moléculaire et optimisation de leur prévention et de leur prise en charge (phdthesis). Université Paris Cité.

Collinson, S.K., Liu, S.-L., Clouthier, S.C., Banser, P.A., Doran, J.L., Sanderson, K.E., Kay, W.W., 1996. The location of four fimbrin-encoding genes, *agfA, fimA, sefA* and *sefD,* on the *Salmonella enteritidis* and/or *S. typhimurium Xba*I-*Bln*I genomic restriction maps. Gene 169, 75–80. https://doi.org/10.1016/0378-1119(95)00763-6

Comparison of Premier CAMPY Enzyme Immunoassay (EIA), ProSpecT Campylobacter EIA, and ImmunoCard STAT! CAMPY Tests with Culture for Laboratory Diagnosis of Campylobacter Enteric Infections [WWW Document], n.d. https://doi.org/10.1128/jcm.00486-10

Crump, J.A., Medalla, F.M., Joyce, K.W., Krueger, A.L., Hoekstra, R.M., Whichard, J.M., Barzilay, E.J., 2011. Antimicrobial Resistance among Invasive Nontyphoidal Salmonella enterica Isolates in the United States: National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 1996 to 2007. Antimicrobial Agents and Chemotherapy 55, 1148–1154. https://doi.org/10.1128/aac.01333-10

Dasti, J.I., Tareen, A.M., Lugert, R., Zautner, A.E., Groß, U., 2010. Campylobacter jejuni: A brief overview on pathogenicity-associated factors and disease-mediating mechanisms. International Journal of Medical Microbiology 300, 205–211. https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2009.07.002

De Haan, C.P.A., Kivistö, R., Hakkinen, M., Rautelin, H., Hänninen, M.L., 2010. Decreasing Trend of Overlapping Multilocus Sequence Types between Human and Chicken *Campylobacter jejuni* Isolates over a Decade in Finland. Appl Environ Microbiol 76, 5228–5236. https://doi.org/10.1128/AEM.00581-10

Dickinson, B., Surawicz, C.M., 2014. Infectious Diarrhea: An Overview. Curr Gastroenterol Rep 16, 399. https://doi.org/10.1007/s11894-014-0399-8

Directives pour la lutte contre la shigellose, y compris lors d'épidémies dues à Shigella dysenteriae type 1 [WWW Document], n.d. URL https://www.who.int/fr/publications-detail/9241592330 (accessed 5.24.24).

Djeffal, S., Bakour, S., Mamache, B., Elgroud, R., Agabou, A., Chabou, S., Hireche, S., Bouaziz, O., Rahal, K., Rolain, J.-M., 2017. Prevalence and clonal relationship of ESBL-producing Salmonella strains from humans and poultry in northeastern Algeria. BMC Vet Res 13, 132. https://doi.org/10.1186/s12917-017-1050-3

Djeghout, B., Ayachi, A., Paglietti, B., Langridge, G.C., Rubino, S., 2017. An Algerian perspective on non-typhoidal Salmonella infection. J Infect Dev Ctries 11, 583–590. https://doi.org/10.3855/jidc.9456

Elgroud, R., Granier, S.A., Marault, M., Kerouanton, A., Lezzar, A., Bouzitouna-Bentchouala, C., Brisabois, A., Millemann, Y., 2015. Contribution of Avian Salmonella enterica Isolates to Human Salmonellosis Cases in Constantine (Algeria). BioMed Research International 2015, 352029. https://doi.org/10.1155/2015/352029

Émile, C., 2020. Les infections gastro-intestinales. Option/Bio 31, 20–23. https://doi.org/10.1016/S0992-5945(20)30090-8

Eng, S.-K., Pusparajah, P., Ab Mutalib, N.-S., Ser, H.-L., Chan, K.-G., Lee, L.-H., 2015. *Salmonella* : A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. Frontiers in Life Science 8, 284–293. https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1051243

Fazza, O., Hmyene, A., Ennassiri, H., Essalhi, A., Ennachachibi, M.F., 2021. Non Typhoidal Salmonella in food products. Moroccan Journal of Agricultural Sciences 2, 154–159. https://doi.org/10.5281/zenodo.8052993

Ford, L., Glass, K., Veitch, M., Wardell, R., Polkinghorne, B., Dobbins, T., Lal, A., Kirk, M.D., 2016. Increasing Incidence of Salmonella in Australia, 2000-2013. PLoS ONE 11, e0163989. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163989

Friedrich, M.J., Kinsey, N.E., Vila, J., Kadner, R.J., 1993. Nucleotide sequence of a 13.9 kb segment of the 90 kb virulence plasmid of Salmonella typhimurium: the presence of fimbriai biosynthetic genes. Molecular Microbiology 8, 543–558. https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.1993.tb01599.x

Galane, P.M., Le Roux, M., 2001. Molecular Epidemiology of Escherichia coli Isolated from Young South African Children with Diarrhoeal Diseases. Journal of Health, Population and Nutrition 19, 31–38.

Galanis, E., Wong, D.M.A.L.F., Patrick, M.E., Binsztein, N., Cieslik, A., Chalermchaikit, T., Aidara-Kane, A., Ellis, A., Angulo, F.J., Wegener, H.C., 2006. Web-based Surveillance and Global Salmonella Distribution, 2000–2002. Emerg Infect Dis 12, 381–388. https://doi.org/10.3201/eid1203.050854

Gambushe, S.M., Zishiri, O.T., El Zowalaty, M.E., 2022. Review of Escherichia coli O157:H7 Prevalence, Pathogenicity, Heavy Metal and Antimicrobial Resistance, African Perspective. IDR Volume 15, 4645–4673. https://doi.org/10.2147/IDR.S365269

Gambushe, S.M., Zishiri, O.T., El Zowalaty, M.E., 2022. Review of Escherichia coli O157:H7 Prevalence, Pathogenicity, Heavy Metal and Antimicrobial Resistance, African Perspective. Infection and Drug Resistance 15, 4645–4673. https://doi.org/10.2147/IDR.S365269

Gómez-Camarasa, C., Gutiérrez-Fernández, J., Rodríguez-Granger, J.M., Sampedro-Martínez, A., Sorlózano-Puerto, A., Navarro-Marí, J.M., 2014. Evaluation of the rapid RIDAQUICK Campylobacter® test in a general hospital. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease 78, 101–104. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2013.11.009

Griffin, P.M., Tauxe, R.V., 1991. The Epidemiology of Infections Caused by Escherichia coli O157:H7, Other Enterohemorrhagic £. coli, and the Associated Hemolytic Uremic Syndrome.

Guyard-Nicodème, M., Rivoal, K., Houard, E., Rose, V., Quesne, S., Mourand, G., Rouxel, S., Kempf, I., Guillier, L., Gauchard, F., Chemaly, M., 2015. Prevalence and characterization of Campylobacter jejuni

from chicken meat sold in French retail outlets. International Journal of Food Microbiology 203, 8–14. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.02.013

Hendriksen, R., 2010. Global epidemiology of non-typhoidal Salmonella infections in humans.

Hudson, J.A., Nicol, C., Wright, J., Whyte, R., Hasell, S.K., 1999. Seasonal variation of Campylobacter types from human cases, veterinary cases, raw chicken, milk and water. J Appl Microbiol 87, 115–124. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00806.x

Humphrey, T., O'Brien, S., Madsen, M., 2007. Campylobacters as zoonotic pathogens: A food production perspective. International Journal of Food Microbiology 117, 237–257. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.006

Jain, D., Sinha, S., Prasad, K.N., Pandey, C.M., 2005. Campylobacter species and drug resistance in a north Indian rural community. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 99, 207–214. https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2004.09.006

Jaradat, Z.W., Abulaila, S., Al-Rousan, E., Ababneh, Q.O., 2024. Prevalence of Escherichia coli O157: H7 in foods in the MENA region between years 2000 and 2022: a review. Arab Journal of Basic and Applied Sciences 31, 104–120. https://doi.org/10.1080/25765299.2024.2309793

Jeon, H.J., Pak, G.D., Im, J., Owusu-Dabo, E., Adu-Sarkodie, Y., Gassama Sow, A., Bassiahi Soura, A., Gasmelseed, N., Keddy, K.H., Bjerregaard-Andersen, M., Konings, F., Aseffa, A., Crump, J.A., Chon, Y., Breiman, R.F., Park, S.E., Cruz Espinoza, L.M., Seo, H.J., May, J., Meyer, C.G., Andrews, J.R., Panzner, U., von Kalckreuth, V., Wierzba, T.F., Rakotozandrindrainy, R., Dougan, G., Levine, M.M., Hombach, J., Kim, J.H., Clemens, J.D., Baker, S., Marks, F., 2018. Determining the Best Immunization Strategy for Protecting African Children Against Invasive Salmonella Disease. Clinical Infectious Diseases 67, 1824–1830. https://doi.org/10.1093/cid/ciy386

Jong, H.K. de, Parry, C.M., Poll, T. van der, Wiersinga, W.J., 2012. Host–Pathogen Interaction in Invasive Salmonellosis. PLOS Pathogens 8, e1002933. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002933

Karuppiah, V., Collins, R.F., Thistlethwaite, A., Gao, Y., Derrick, J.P., 2013. Structure and assembly of an inner membrane platform for initiation of type IV pilus biogenesis. Proceedings of the National Academy of Sciences 110, E4638–E4647. https://doi.org/10.1073/pnas.1312313110

Kelly, P., 2015. Infectious diarrhoea. Medicine 43, 253–258. https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2015.02.005

Khezzani, B., Baymakova, M., Khechekhouche, E.A., Ghezal, K., Meziou, Z., Brahim, A.B., 2022. Incidence rates of dysentery among humans in Lemghaier province, Algeria. Germs 12, 195–202. https://doi.org/10.18683/germs.2022.1322

Köckerling, E., Karrasch, L., Schweitzer, A., Razum, O., Krause, G., 2017. Public Health Research Resulting from One of the World's Largest Outbreaks Caused by Entero-Hemorrhagic Escherichia coli in Germany 2011: A Review. Front. Public Health 5. https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00332

Larry, M.B., 2022. Shigellosis - Infectious Diseases [WWW Document]. MSD Manual Professional Edition. URL https://www.msdmanuals.com/professional/infectious-diseases/gram-negative-bacilli/shigellosis (accessed 5.24.24).

Lehours, P., 2023. Infections à Campylobacter. Biologie médicale.

Lehours, P., Megraud, F., 2019. • N° 107. Voyage en pays tropical : Conseils avant le départ, pathologies du retour : fièvre, diarrhée • N° 194. Diarrhée aiguë et déshydratation chez le nourrisson, l'enfant et l'adulte • N° 302. Diarrhée aiguë chez l'enfant et chez l'adulte (avec le traitement).

Leimbach, A., Hacker, J., Dobrindt, U., 2013. E. coli as an All-Rounder: The Thin Line Between Commensalism and Pathogenicity, in: Dobrindt, U., Hacker, J.H., Svanborg, C. (Eds.), Between Pathogenicity and Commensalism, Current Topics in Microbiology and Immunology. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 3–32. https://doi.org/10.1007/82_2012_303

Lemaignen, A., Ridel, C., Hertig, A., Rondeau, E., 2013a. *Escherichia coli* associated hemolytic and uremic syndrome: What lessons can be learned after the European epidemic of 2011? Néphrologie & Thérapeutique 9, 129–136. https://doi.org/10.1016/j.nephro.2012.10.011

Lemaignen, A., Ridel, C., Hertig, A., Rondeau, E., 2013b. Syndrome hémolytique et urémique à Escherichia coli : quels enseignements tirer après l'épidémie européenne de 2011 ? Néphrologie & Thérapeutique 9, 129–136. https://doi.org/10.1016/j.nephro.2012.10.011

León-Ramírez, S., 2002. Shigelosis (disentería bacilar). Salud en Tabasco 8, 22–25.

Lindstedt, B.-A., Heir, E., Vardund, T., Kapperud, G., 2000. A variation of the amplified-fragment length polymorphism (AFLP) technique using three restriction endonucleases, and assessment of the enzyme combination *Bgl* II– *Mfe* I for AFLP analysis of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* isolates. FEMS Microbiology Letters 189, 19–24. https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2000.tb09200.x

Lupindu, A.M., 2018. Epidemiology of Shiga toxin-producing Escherichia coli O157:H7 in Africa in review. Southern African Journal of Infectious Diseases 33, 24–30. https://doi.org/10.1080/23120053.2017.1376558

Lupindua, A.M., 2018. Epidemiology of Shiga toxin-producing Escherichia coli O157:H7 in Africa in review. Southern African Journal of Infectious Diseases 33, 24–30. https://doi.org/10.1080/23120053.2017.1376558

M, M.R., 1996. Flagella and motility. Escherichia coli and Salmonella : Cellular and Molecular Biology. 123–145.

Majowicz, S.E., Scallan, E., Jones-Bitton, A., Sargeant, J.M., Stapleton, J., Angulo, F.J., Yeung, D.H., Kirk, M.D., 2014. Global Incidence of Human Shiga Toxin–Producing Escherichia coli Infections and Deaths: A Systematic Review and Knowledge Synthesis. Foodborne Pathogens and Disease 11, 447–455. https://doi.org/10.1089/fpd.2013.1704

Mariani-Kurkdjian, P., Bonacorsi, S., 2016. Diagnostic des infections à *Escherichia coli* entérohémorragique. Revue Francophone des Laboratoires, Escherichia coli 2016, 45–52. https://doi.org/10.1016/S1773-035X(16)30327-6

Marineli, F., Tsoucalas, G., Karamanou, M., Androutsos, G., 2013. Mary Mallon (1869-1938) and the history of typhoid fever. Ann Gastroenterol 26, 132–134.

Marks, F., Kalckreuth, V. von, Aaby, P., Adu-Sarkodie, Y., Tayeb, M.A.E., Ali, M., Aseffa, A., Baker, S., Biggs, H.M., Bjerregaard-Andersen, M., Breiman, R.F., Campbell, J.I., Cosmas, L., Crump, J.A., Espinoza, L.M.C., Deerin, J.F., Dekker, D.M., Fields, B.S., Gasmelseed, N., Hertz, J.T., Hoang, N.V.M., Im, J., Jaeger, A., Jeon, H.J., Kabore, L.P., Keddy, K.H., Konings, F., Krumkamp, R., Ley, B., Løfberg, S.V., May, J., Meyer, C.G., Mintz, E.D., Montgomery, J.M., Niang, A.A., Nichols, C., Olack, B., Pak, G.D., Panzner, U., Park,

J.K., Park, S.E., Rabezanahary, H., Rakotozandrindrainy, R., Raminosoa, T.M., Razafindrabe, T.J.L., Sampo, E., Schütt-Gerowitt, H., Sow, A.G., Sarpong, N., Seo, H.J., Sooka, A., Soura, A.B., Tall, A., Teferi, M., Thriemer, K., Warren, M.R., Yeshitela, B., Clemens, J.D., Wierzba, T.F., 2017. Incidence of invasive salmonella disease in sub-Saharan Africa: a multicentre population-based surveillance study. The Lancet Global Health 5, e310–e323. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30022-0

Mashood, A.R., Uswege, M., Robert, M., 2006a. Current epidemiological status of enterohaemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in Africa. Chinese Medical Journal 119, 217–222. https://doi.org/10.5555/cmj.0366-6999.119.03.p217.01

Mashood, A.R., Uswege, M., Robert, M., 2006b. Current epidemiological status of enterohaemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in Africa. Chinese Medical Journal 119, 217–222. https://doi.org/10.5555/cmj.0366-6999.119.03.p217.01

McClelland, M., Sanderson, K.E., Spieth, J., Clifton, S.W., Latreille, P., Courtney, L., Porwollik, S., Ali, J., Dante, M., Du, F., Hou, S., Layman, D., Leonard, S., Nguyen, C., Scott, K., Holmes, A., Grewal, N., Mulvaney, E., Ryan, E., Sun, H., Florea, L., Miller, W., Stoneking, T., Nhan, M., Waterston, R., Wilson, R.K., 2001. Complete genome sequence of Salmonella enterica serovar Typhimurium LT2. Nature 413, 852–856. https://doi.org/10.1038/35101614

Mesbahi, H., Hadjadj, S., Mébarkia, C., 2022. Prévalence des infections à Salmonella spp. chez lespèce ovine et des autres espèces (Thesis). Université Larbi Tébessi - Tébessa.

Millemann, Y., 1998. Le pouvoir pathogène des salmonelles : facteurs de virulence et modèles d'étude. Veterinary Research 29, 385–407.

Millemann, Y., 2020. Le pouvoir pathogène des salmonelles: facteurs de virulence et modèles d'étude.

Misawa, N.F. of A., 2008. Pathogenesis of campylobacters in humans. Journal of the Japanese Society on Poultry Diseases (Japan) 44.

Moore, J.E., Corcoran, D., Dooley, J.S.G., Fanning, S., Lucey, B., Matsuda, M., McDowell, D.A., M�graud, F., Cherie Millar, B., O?Mahony, R., O?Riordan, L., O?Rourke, M., Rao, J.R., Rooney, P.J., Sails, A., Whyte, P., 2005. *Campylobacter*. Vet. Res. 36, 351–382. https://doi.org/10.1051/vetres:2005012

Mughini-Gras, L., Franz, E., Van Pelt, W., 2018. New paradigms for Salmonella source attribution based on microbial subtyping. Food Microbiology 71, 60–67. https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.03.002

N.d.

Nguyen, T.V., Le Van, P., Le Huy, C., Gia, K.N., Weintraub, A., 2005. Detection and Characterization of Diarrheagenic *Escherichia coli* from Young Children in Hanoi, Vietnam. J Clin Microbiol 43, 755–760. https://doi.org/10.1128/JCM.43.2.755-760.2005

Njac, P., 2008. DISEASE REPORTABLE WITHIN 24 HOURS OF DIAGNOSIS. Typhoid Fever.

O'Brien, A.D., Holmes, R.K., 1987. Shiga and Shiga-like toxins. Microbiol Rev 51, 206–220. https://doi.org/10.1128/mr.51.2.206-220.1987

Okeke, I.N., Ojo, O., Lamikanra, A., Kaper, J.B., 2003. Etiology of Acute Diarrhea in Adults in Southwestern Nigeria. Journal of Clinical Microbiology 41, 4525–4530. https://doi.org/10.1128/jcm.41.10.4525-4530.2003

Oludairo, O., Kwaga, J., Dzikwi, A., Junaid, K., 2013. Prevalence of Salmonella spp. in captive wildlife at the National Zoological Garden Jos, Nigeria 1, 285–288.

Oludairo, O.O., Kwaga, J.K.P., Kabir, J., Abdu, P.A., Gitanjali, A., Perrets, A., Cibin, V., Lettini, A.A., Olaniyi Aiyedun, J.O., Daodu, O.B., Olorunshola, I.D., Akpabio, U., 2023. Transmission of Salmonella in Humans and Animals and its Epidemiological Factors. Zagazig Veterinary Journal 51, 76–91. https://doi.org/10.21608/zvjz.2023.187316.1202

Ortega-Rivas, E., 2009. Processing Effects on Safety and Quality of Foods. CRC Press.

Pires, S.M., Vieira, A.R., Hald, T., Cole, D., 2014. Source Attribution of Human Salmonellosis: An Overview of Methods and Estimates. Foodborne Pathogens and Disease 11, 667–676. https://doi.org/10.1089/fpd.2014.1744

Pitkänen, T., 2013. Review of *Campylobacter* spp. in drinking and environmental waters. Journal of Microbiological Methods, Update On Methodologies To Study Campylobacter Species 95, 39–47. https://doi.org/10.1016/j.mimet.2013.06.008

Popa, G.L., Papa, M.I., 2021. Salmonella spp. infection - a continuous threat worldwide. Germs 11, 88–96. https://doi.org/10.18683/germs.2021.1244

Raji, M.A., Minga, U., Machangu, R., 2006. Current epidemiological status of enterohaemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in Africa: Chinese Medical Journal 119, 217–222. https://doi.org/10.1097/00029330-200602010-00008

Raji, M.A., Minga, U.M., Machang'u, R.S., 2008. Prevalence and characterization of verotocytoxin producing Escherichia coli O157 from diarrhoea patients in Morogoro, Tanzania. Tanzania Journal of Health Research 10, 151–158. https://doi.org/10.4314/thrb.v10i3.14355

Raveendran, R., Wattal, C., Sharma, A., Kler, N., Garg, P., Gujral, K., Khera, N., 2007. Vertical Transmission of Salmonella paratyphi A. Indian Journal of Pediatrics 74.

Reilly, A., 1998. Prevention and control of enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC) infections: memorandum from a WHO meeting. WHO Consultation on Prevention and Control of Enterohaemorrhagic Escherichia coli (EHEC) Infections. Bull World Health Organ 76, 245–255.

Reller, M.E., Olsen, S.J., Kressel, A.B., Moon, T.D., Kubota, K.A., Adcock, M.P., Nowicki, S.F., Mintz, E.D., 2003. Sexual Transmission of Typhoid Fever: A Multistate Outbreak among Men Who Have Sex with Men. CLIN INFECT DIS 37, 141–144. https://doi.org/10.1086/375590

Ridley, A., Morris, V., Gittins, J., Cawthraw, S., Harris, J., Edge, S., Allen, V., 2011. Potential sources of Campylobacter infection on chicken farms: contamination and control of broiler-harvesting equipment, vehicles and personnel: Sources of Campylobacter associated with flock thinning. Journal of Applied Microbiology 111, 233–244. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.05038.x

Riley Lee W., Remis Robert S., Helgerson Steven D., McGee Harry B., Wells Joy G., Davis Betty R., Hebert Richard J., Olcott Ellen S., Johnson Linda M., Hargrett Nancy T., Blake Paul A., Cohen Mitchell L., 1983. Hemorrhagic Colitis Associated with a Rare Escherichia coli Serotype. New England Journal of Medicine 308, 681–685. https://doi.org/10.1056/NEJM198303243081203

Römling, U., Bian, Z., Hammar, M., Sierralta, W.D., Normark, S., 1998. Curli Fibers Are Highly Conserved between Salmonella typhimurium and Escherichia coli with Respect to Operon Structure and Regulation. Journal of Bacteriology 180, 722–731. https://doi.org/10.1128/jb.180.3.722-731.1998

Rostagno, M.H., Wesley, I.V., Trampel, D.W., Hurd, H.S., 2006. *Salmonella* Prevalence in Market-Age Turkeys On-Farm and at Slaughter1. Poultry Science 85, 1838–1842. https://doi.org/10.1093/ps/85.10.1838

Rotger, R., Casadesús, J., 1999. The virulence plasmids of Salmonella. Int Microbiol 2:177-184. International microbiology : the official journal of the Spanish Society for Microbiology 2, 177–84.

Ryan, M.P., O'Dwyer, J., Adley, C.C., 2017. Evaluation of the Complex Nomenclature of the Clinically and Veterinary Significant Pathogen Salmonella. Biomed Res Int 2017, 3782182. https://doi.org/10.1155/2017/3782182

Salim, S., Mandal, J., Parija, S., 2014. Isolation of Campylobacter from human stool samples. Indian Journal of Medical Microbiology 32, 35–38. https://doi.org/10.4103/0255-0857.124294

Schlundt, J., Toyofuku, H., Jansen, J., HERBST, S.A., 2004. Emerging food-borne zoonoses. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) 23, 513–33. https://doi.org/10.20506/rst.23.2.1506

Seif, Y., Monk, J.M., Machado, H., Kavvas, E., Palsson, B.O., 2019. Systems Biology and Pangenome of Salmonella O-Antigens. mBio 10, 10.1128/mbio.01247-19. https://doi.org/10.1128/mbio.01247-19

Shahin, K., Zhang, L., Delfan, A.S., Komijani, M., Hedayatkhah, A., Bao, H., Barazandeh, M., Mansoorianfar, M., Pang, M., He, T., Bouzari, M., Wang, R., 2021. Effective control of *Shigella* contamination in different foods using a novel six-phage cocktail. LWT 144, 111137. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111137

Shi, C., Singh, P., Ranieri, M.L., Wiedmann, M., Moreno Switt, A.I., 2015. Molecular methods for serovar determination of Salmonella. Critical Reviews in Microbiology 41, 309–325. https://doi.org/10.3109/1040841X.2013.837862

Son, R., Ansary, A., Rusul, G., Karim, M.I.A., 1996. Isolation of verotoxin-producing Escherichia coli associated with diarrhoea in Malaysia containing plasmids showing homology with biotinylated Shiga-like toxin DNA gene probes. World Journal of Microbiology & Biotechnology 12, 243–246. https://doi.org/10.1007/BF00360921

Thiagarajan, D., Saeed, A.M., Asem, E.K., 1994. Mechanism of Transovarian Transmission of Salmonella enteritidis in Laying Hens. Poultry Science 73, 89–98. https://doi.org/10.3382/ps.0730089

Thibodeau, A., Fravalo, P., Laurent-Lewandowski, S., Guévremont, E., Quessy, S., Letellier, A., 2011. Presence and characterization of Campylobacter jejuni in organically raised chickens in Quebec. Canadian Journal of Veterinary Research 75, 298–307.

Thiongane, A., Ndongo, A.A., Ba, I.D., Boiro, D., Faye, P.M., Keita, Y., Ba, Aïssatou, Cissé, D.F., Basse, I., Thiam, L., Ly, I.D., Niang, B., Ba, Abou, Fall, A.L., Diouf, S., Ndiaye, O., Ba, M., Sarr, M., 2016. Syndrome hémolytique et urémique de l'enfant au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Dakar: à propos de quatre observations. Pan Afr Med J 24, 138. https://doi.org/10.11604/pamj.2016.24.138.8822

Uche, I.V., MacLennan, C.A., Saul, A., 2017. A Systematic Review of the Incidence, Risk Factors and Case Fatality Rates of Invasive Nontyphoidal Salmonella (iNTS) Disease in Africa (1966 to 2014). PLoS Negl Trop Dis 11, e0005118. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005118

Um, M.M., 2016. 17.

van Asten, A.J.A.M., van Dijk, J.E., 2005. Distribution of "classic" virulence factors among Salmonella spp. FEMS Immunol Med Microbiol 44, 251–259. https://doi.org/10.1016/j.femsim.2005.02.002

Van Deun, K., Haesebrouck, F., Heyndrickx, M., Favoreel, H., Dewulf, J., Ceelen, L., Dumez, L., Messens, W., Leleu, S., Van Immerseel, F., Ducatelle, R., Pasmans, F., 2007. Virulence of Campylobacter jejuni isolates from poultry and human products. Journal of Medical Microbiology 56, 1284–1289. https://doi.org/10.1099/jmm.0.47342-0

Vernozy-Rozand, M.C., 2009. COMPOSITION DU JURY :

von Kalckreuth, V., Konings, F., Aaby, P., Adu-Sarkodie, Y., Ali, M., Aseffa, A., Baker, S., Breiman, R.F., Bjerregaard-Andersen, M., Clemens, J.D., Crump, J.A., Cruz Espinoza, L.M., Deerin, J.F., Gasmelseed, N., Sow, A.G., Im, J., Keddy, K.H., Cosmas, L., May, J., Meyer, C.G., Mintz, E.D., Montgomery, J.M., Olack, B., Pak, G.D., Panzner, U., Park, S.E., Rakotozandrindrainy, R., Schütt-Gerowitt, H., Soura, A.B., Warren, M.R., Wierzba, T.F., Marks, F., 2016. The Typhoid Fever Surveillance in Africa Program (TSAP): Clinical, Diagnostic, and Epidemiological Methodologies. Clinical Infectious Diseases 62, S9–S16. https://doi.org/10.1093/cid/civ693

Wagenaar, J.A., Hendriksen, R.S., Carrique-Mas, J., 2013. Practical considerations of surveillance of Salmonella serovars other than Enteritidis and Typhimurium.

Wallis, M.R., 1994. The pathogenesis of Campylobacter jejuni. Br J Biomed Sci 51, 57–64.

World Health Organization, 2008. Directives pour la lutte contre la shigellose, y compris lors d'épidémies dues à Shigella dysenteriae type 1. Guidelines for the control of shigellosis, including epidemics due to Shigella dysenteriae type 1 68.

Zhong, X., Wu, Q., Zhang, J., Shen, S., 2016. Prevalence, genetic diversity and antimicrobial susceptibility of Campylobacter jejuni isolated from retail food in China. Food Control 62, 10–15. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.032