

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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



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

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master
en
Médecine vétérinaire
THEME

**Étude bibliographique des salmonelles
au niveau des denrées alimentaires.**

Présenté par :

Melle LOUKKAL Sabrina
Melle RAFAI Yasmina

Soutenu publiquement, le 16/11/2020 devant le jury :

Mme Bouhamed R.	MCB (ENSV)	Présidente
Mr Hamdi T.	Professeur (ENSV)	Examineur
Mme Bouayad L.	MCA (ENSV)	Promotrice

2019/2020

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR

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

signature

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

DÉCLARATION SUR L'HONNEUR

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

signature

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Sabrina' in a cursive script, followed by a period.

REMERCIEMENT

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

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

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

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

A tous nos enseignants de l'ENSV.

Dédicaces

À ma très chère mère

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

À mon très cher père

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

A ma très chère grand-mère

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

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

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

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

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

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

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

A Ash :

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

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

« Merci d'être toujours là pour moi. »

Yasmina

Dédicaces

À ma mère,

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

À mon père,

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

À mon frère et ma sœur,

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

À ma grand-mère,

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

À mes amies,

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

"Mon bonheur c'est VOUS"

Sabrina

Liste des abréviations:

ADN : Acide DésoxyriboNucléique.

AFLP : l'Amplified Fragment Length Polymorphism

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ARN : Acide ribonucléique

Aw : Activity of Water.

BAI : Bureau of Animal Industry.

CDC : Centre pour le contrôle de la prévention des maladies

DLC : Desoxycholate-Lactose-Saccharose

H₂S : Sulfure d'hydrogène

ICMSF : International Commission on Microbiological Specifications for Foods

LPS : lipopolysaccharide.

ml : millilitre

NaCl : Chlorure de sodium.

NESP : Programme National de Surveillance des Entérites

nm : nanomètre.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PCR : Polymerase Chain Reaction.

PFGE : Pulsed-Field Gel Electrophoresis

RAPD : Random Amplification of Polymorphic DNA

REA : Restriction Enzyme Analysis

SD1 : *Shigella dysenteriae* sérotype 1

SS : *Salmonella* –*Shigella*

TIAC : Toxi-infection alimentaire collective

XLT : Xylose-Lysine-Tergitol

Liste des figures :

Figure N01 : <i>Salmonella typhimurium</i> , en rouge, sur une culture de cellules humaines.....	04
Figure N°2 : Structure des porines.....	14
Figure N°03 : Inactivation enzymatique de l'antibiotique.....	15
Figure N°04 : Modification de la cible des antibiotiques.....	16
Figure N°5: Excrétion de l'antibiotique par efflux actif	16

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Caractéristiques biochimiques communes aux salmonelles.....12

Tableau 2 : Caractères phénotypiques particuliers de certains sérovars de *salmonella*.....12

Sommaire :

INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE I : GENERALITES.....	02
I.1.Découverte et historique.....	02
I.2.Définition et taxonomie.....	02
I.2.1.Définition.....	02
I.2.2.Taxonomie	03
I.3. Caractères morphologiques et phénotypiques.....	04
I.3.1.Caractères morphologiques.....	04
I.3.2.Caractères phénotypiques	04
I.4. Caractères antigéniques.....	05
I.5. Habitat et résistance.....	06
CHAPITRE II : PATHOGENIE DES SALMONELLES.....	08
II.1.Mode de transmission.....	08
II.2.Mode d'infection.....	08
II.3.Méthode de détection des salmonelles.....	09
II.3.1. Méthode bactériologique	09
II.3.1.1.Pré-enrichissement.....	09
II.3.1.2.Enrichissement.....	09
II.3.1.3.Isolement.....	10
II.3.2.Méthode moléculaire.....	13
II.3.2.1.Electrophorèse des protéines.....	13
II.3.2.2.Polymerase Chain Reaction (PCR).....	13
II.3.3.Méthodes génotypiques	13
II.3.3.1.Méthodes basées sur la restriction enzymatique ou REA.....	13
II.3.3.2.Méthodes basées sur l'amplification.....	13
II.4. Salmonelles et antibiorésistance.....	14

CHAPITRE III : DANGERS ALIMENTAIRES.....	18
III.1. Salmonelles et les produits alimentaires.....	19
III.2.Salmonelles et viande blanches.....	19
III.3. Salmonelles : Danger pour la santé publique.....	20
III.4.Traitement.....	21
III.5.Mesure de prévention et de surveillance des TIAC.....	22
Références bibliographiques.....	24

Résumé :

Maintenir le caractère propre de la consommation humaine est un enjeu majeur en agro-alimentaire. Les salmonelles responsables de toxi-infections alimentaires posent un problème majeur menaçant la sécurité des aliments aussi bien pour les pays industrialisés que pour les pays en voie de développement.

L'objectif de notre étude est de faire une revue bibliographique sur les salmonelles et leur pathogénie et en particulier sur l'impact néfaste qu'ont ces bactéries sur la santé publique. Un rapport publié en 2011 par le système de surveillance « Foodnet » confirme *Salmonella* comme la cause la plus commune de toxi-infections alimentaires aux États-Unis avec 7813 infections pour un taux de 16.45/100.000 habitants avec 2200 hospitalisations et 29 morts annuellement.

Aussi, il est impératif de mettre en place des mesures de prévention et de surveillance adéquates pour lutter contre les salmonelles et ainsi diminuer la prévalence des salmonelloses animales et humaines pouvant être mortelle.

Mots clés : Salmonelles, toxi-infections alimentaire, contamination.

Abstract :

Maintaining the clean character of human consumption is a major challenge in the food industry. Salmonella responsible for food poisoning is a major problem threatening food safety for both industrialized and developing countries.

The objective of our study is to review the literature on salmonella and their pathogenesis and in particular on the harmful impact of these bacteria on public health. A report published in 2011 by the surveillance system "Foodnet" confirms Salmonella as the most common cause of foodborne illness in the United States with 7813 infections for a rate of 16.45/100.000 inhabitants with 2200 hospitalizations and 29 deaths annually.

Therefore, it is imperative to put in place adequate prevention and surveillance measures to fight against salmonella and thus reduce the prevalence of life-threatening animal and human salmonellosis.

Key words : *Salmonella*, food poisoning, contamination.

ملخص:

إن الحفاظ على الطابع الصحي للاستهلاك البشري يشكل قضية رئيسية في مجال الغذاء الزراعي. السالمونيلا، بكتيريا مسببة للتسمّات الغذائية، و بالتالي فإنها تمثل مشكلة رئيسية تهدد الأمن الغذائي للبلدان الصناعية والسائرة في طريق النمو على حد سواء. الهدف من دراستنا هو تسليط الضوء على بكتيريا السالمونيلا، و تأثيرها الضار على الصحة العامة. كما بيّنه تقرير نشر في عام 2011 بواسطة نظام المراقبة الخاص بالغذاء الذي يؤكد أن السالمونيلا هي السبب الأكثر شيوعاً للأمراض التي تنقلها الأغذية في الولايات المتحدة الأمريكية. ولذلك، من الضروري اتخاذ تدابير وقائية للسيطرة على السالمونيلا و بالتالي الحد من انتشار مرض السالمونيلا البشري والحيواني المحتمل أن يكون مميتاً. الكلمات المفتاحية: سالمونيلا، تسمم غذائي.

Introduction :

La qualité microbiologique des aliments est de première importance pour la sécurité alimentaire.

Certains pathogènes alimentaires colonisent préférentiellement le tractus digestif des volailles : plusieurs types de *Salmonella* et *Campylobacter jejuni* notamment. Les salmonelles ne sont généralement pas pathogènes pour les volailles, hormis certaines souches de *Salmonella Enteritidis*, mais provoquent des infections parfois graves chez l'homme. Les *Salmonella* spp. sont présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux vertébrés (**Bornert, 2000**).

La salmonellose est une infection alimentaire par un bacille à Gram- du genre *Salmonella*, naturellement présente dans l'intestin des animaux en particulier chez les volailles et le porc et chez certains animaux à sang froid. C'est une bactérie qui représente la première cause de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) (**Colin et al, 1992**).

Ces dernières restent un enjeu de santé publique préoccupant au niveau mondial et notamment pour les pays industrialisés où les infections à *Salmonella* occupent une place particulièrement importante dans ces maladies d'origine bactérienne (**Hald et al. 2003, BIOHAZ 2012, CDC 2013, Son et al. 2013**). Plus de soixante pour cent (60 %) des toxi-infections dans le monde sont dues à *Salmonella*. Les salmonelloses sont de ce fait devenues un phénomène de santé publique ce qui justifie l'implication de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans la lutte contre les salmonelloses (**Salm-Surv, 2005**).

De ce fait, nous allons, nous intéresser dans cette étude bibliographique aux salmonelles, à la présence de ces bactéries dans l'alimentation humaine et des dangers multiples qu'elles représentent sur la santé des consommateurs.

CHAPITRE I : GENERALITES

I.1. Découverte et historique :

Les salmonelles sont des entérobactéries du genre *Salmonella*, nommées ainsi en l'honneur du médecin vétérinaire américain Daniel Elmer Salmon, même si l'homme qui a découvert le genre était Theobald Smith, qui travailla sous la direction de Salmon au Bureau of Animal Industry (BAI) (Dedet, 2007).

Eberth *et al.*, (1880) découvrirent l'agent responsable de la fièvre typhoïde dont la culture de la bactérie a été possible grâce au bactériologiste Gaffky en 1884. Daniel dans les années 1800, a isolé une bactérie provenant du porc (maintenant connu comme *Salmonella Choleroesuis*) qui était considérée comme étant la cause de la fièvre porcine (choléra du porc). En 1896 Widal a mis en évidence la diversité antigénique des souches de salmonelles (Grimont *et al.*, 2000).

Depuis les premières observations rapportées par Eberth jusqu'à nos jours, le genre *Salmonella* n'a pas cessé de présenter une importance considérable dans les domaines vétérinaires et sur le plan médical, tant par les pertes économiques dues à la maladie animale, que par la forte incidence chez l'homme ; des fièvres typhoïdes et des toxi-infections alimentaires à salmonelles (Bornert, 2000).

I. 2.Définition et taxonomie :

I.2.1.Définition :

Les salmonelles (*Salmonella*) forment un genre de protéobactéries appartenant à la famille des entérobactéries. Elles mesurent 0,7 à 1,5 µm de diamètre, pour 2 à 5 µm de longueur avec un flagelle.

Ce sont des bactéries mésophiles, ayant une température optimale de croissance de 35/37°C, cependant les salmonelles peuvent se multiplier de 5°C à 45/47°C avec une croissance nettement retardée par les températures inférieures à 10°C (Robinson *et al.*, 2000).

Les salmonelles résistent parfaitement à la dessiccation et se développent bien dans des valeurs d'Aw de 0,945 à 0,999, elles peuvent se trouver dans des produits déshydratés (Aw =

0,20). Ces bactéries sont assez sensibles au NaCl, mais néanmoins leur présence a été signalée dans des saumures à 3,2 %. La concentration maximale tolérée serait de 5,8% (Wray *et al.*, 2000).

I.2.2.Taxonomie :

La classification de *Salmonella* selon la seconde édition de ‘*Bergey’s manual of systematic bacteriology*’ (Prescott *et al.*, 2003) est la suivante :

- Domaine : Bacteria
- Embranchement ou phylum : Proteobacteria
- Classe : Gammaproteobacteria
- Ordre : Enterobacteriales
- Famille : Enterobacteriaceae
- Genre : *Salmonella*

Le genre *Salmonella* comprend deux espèces : *Salmonella bongori* et *Salmonella enterica*.

- *Salmonella bongori* est élevée au rang d’espèce. Elle ne possède que 23 sérovars connus, soit un nombre inférieur à la diversité observée pour les autres sous-espèces et ne semble pas importante dans les infections humaines (Martin et Moss, 2008 ; Fookes *et al.*, 2011).

- *Salmonella enterica* regroupe plus de 2500 sérovars, très importants du point de vue santé publique avec des sérovars potentiellement pathogènes. *Salmonella bongori* présente une sous-espèce et *Salmonella enterica* se divise en 6 sous-espèces:

- Sous-espèce *enterica*
- Sous-espèce *salamae*
- Sous-espèce *arizonae*
- Sous-espèce *diarizonae*
- Sous-espèce *houtenae*
- Sous-espèce *indica*

Nous nous intéresserons à *Salmonella enterica subsp enterica* qui est la sous espèce impliquée dans 98% des cas de gastroentérites humaines causées par *Salmonella* (CDC ,2013 ; Weil 2011).

I.3.Caractères morphologiques et phénotypiques :

I.3.1.Caractères morphologiques :

Les *Salmonella* ont une paroi épaisse de 8 à 12 nm. En microscopie optique, elles apparaissent comme des bâtonnets à Gram négatif de 0,3 à 1 nm de largeur et longs de 1 à 6 um (**figure N°1**). Le constituant le plus important dans une membrane des bactéries à Gram-, est un lipide complexe ; lipopolysaccharide (LPS). Ces derniers sont des complexes macromoléculaires toxiques présents de manière constitutive dans la membrane externe (**Avril et al., 1992**).

Les *Salmonella* sont des bactéries mobiles grâce à de fins filaments protéiques capilliformes ; les flagelles. Ces structures sont douées d'un pouvoir pathogène par l'intermédiaire de l'antigène flagellaire H, celui-ci est constitué de sous-unités protéiques : flagellines (**Avril et al, 1992**).

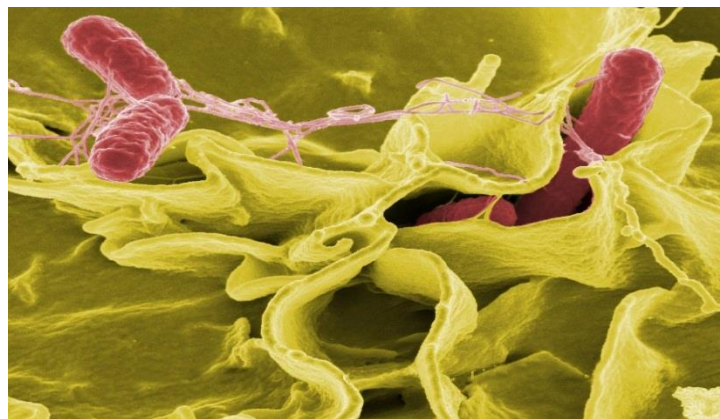


Figure N01 : *Salmonella typhimurium*, en rouge, sur une culture de cellules humaines
(Anonyme 1, 2002)

I.3.2.Caractères phénotypiques :

✚ Caractères généraux de la famille des *Enterobacteriaceae* :

Ce sont des bacilles à coloration de Gram négatif, souvent mobiles grâce à leur ciliature péritriche (rarement immobiles), non sporulés, cultivables sur les milieux ordinaires, aéro-anaérobies facultatifs, généralement catalase positive, fermentent le glucose avec ou sans production de gaz, réduisent les nitrates en nitrites, ne possèdent pas de cytochrome-oxydase (**Hanes, 2003; ICMSF, 1996**).

Certaines souches n'obéissent pas à tous ces caractères, c'est le cas de : *Erwinia* qui ne réduit pas les nitrates, de *Shigella dysenteriae* sérotype 1 (SD1) qui ne possède pas de catalase, de *Salmonella galinarum-pullorum* qui est immobile (**Korsak et al., 2004**)

+ Caractères différentiels du genre *Salmonella* :

Les principaux caractères biochimiques permettant l'identification du genre *Salmonella* sont : L'absence d'une uréase active, de tryptophane ou de phénylalanine désaminase. L'absence de production d'indole et d'acétoïne (test de Voges-Proskauer négatif). La production d'hydrogène sulfureux à partir du thiosulfate (présence d'une thiosulfate-réductase). La décarboxylation fréquente de la lysine et de l'ornithine. La pousse fréquente sur le milieu au citrate de Simmons. L'absence de fermentation du lactose (**Grimont et al., 2000 ; Humbert et al., 1998**).

I.4. Caractères antigéniques:

Les Salmonelles peuvent posséder trois types d'antigènes présentant un intérêt dans le diagnostic (**Dumas, 1958**).

+ Antigène somatique O :

L'antigène O est un antigène de la paroi. Les antigènes O sont portés par les chaînes spécifiques du lipopolysaccharide (LPS), ils possèdent des propriétés immunisantes. L'antigène O est un complexe contenant une protéine, un polysaccharide et un composé phospholipidique. On distingue 67 facteurs O selon la nature des sucres entrant dans la constitution des unités oligosaccharidiques du polysaccharide (**Humbert et al., 1998**).

Les antigènes O sont formés d'une fraction lipidique appelée lipide A qui est responsable des effets toxiques, du « core » (partie qui relie les chaînes latérales aux lipides A) ou partie basale et du polysaccharide support de la spécificité (**Gledel and Corbion, 1991**)

Les antigènes sont classés en facteurs O majeurs et en facteurs O accessoires. Les facteurs majeurs sont liés à la présence de certains sucres (abéquose pour O : 4, tyvélose pour O : 9) (**Humbert et al., 1998**).

Antigène flagellaire (Ag H) :

C'est un polymère de flagelline (protéine de structure des flagelles). Cet antigène est thermolabile, détruit par la chaleur à 100°C, par l'action de l'alcool et par les ferments

protéolytiques. Il résiste au formol et perd son agglutinabilité par les anticorps en présence d'alcool et d'acide phénique. Son développement optimum s'obtient sur les milieux liquides après un séjour de 8 heures à 37°C (**Dumas, 1958**).

✚ Antigène de virulence (Ag Vi) :

C'est un antigène de l'enveloppe, il a été identifié chez trois types de sérovars : *Typhi*, *Paratyphi* et *Dublin* mais toutes les souches de ces sérovars ne possèdent pas forcément cet antigène (**Humbert et al., 1998**). Cet antigène est considéré comme un antigène de surface (**Dumas, 1958**), il est distinct de l'antigène somatique et de l'antigène flagellaire. L'antigène Vi rend les germes inagglutinables par les anticorps O quand il est abondant. Il ne se développe pas si les cultures sont effectuées au-dessous de 25°C et au-dessus de 40°C. Un chauffage à 100°C pendant dix minutes le détruit et les germes deviennent agglutinables par les anticorps O. Il est de nature glucidolipidopolypeptidique (**Gledel and Corbion, 1991**).

A côté de ces antigènes il existe dans le genre *Salmonella*, des structures protéiques de surface : les pilis qui se différencient en pilis communs (intervenant dans l'hémagglutination mannose dépendante) et en pilis sexuels (intervenant dans la conjugaison bactérienne) et dont la présence est codée par des plasmides (**Gledel and Corbion, 1991**).

I.5. Habitat et résistance :

Le réservoir naturel de *Salmonella* est très vaste, il s'étend à tout un règne animal, domestique et sauvage, jusqu'à 90% des reptiles domestiques (tortues) et occasionnellement aux insectes (**Mollie et Groisman, 2003**).

Salmonella est une bactérie ubiquitaire et la niche écologique principale de cette bactérie zoonotique est l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Elle se retrouve dans les eaux d'épuration et bien souvent dans les eaux de surface en milieu urbain ou rural (**Thomas et al., 2012**).

A titre d'exemple, *Salmonella Typhi* peut survivre durant plusieurs semaines dans l'eau de rivière, 12 jours dans les eaux d'égouts, 4 mois dans le beurre et 39 jours dans les crèmes glacées (**Frobisher et Fuerst, 1990**).

Mackey et Derrick (1986) ont prouvé que les isolats de *Salmonella* pouvaient développer une résistance à la chaleur au-delà de 48°C lorsqu'elles étaient préalablement exposées à de hautes températures et même au-delà de 55°C avec une corrélation positive entre une montée

progressive de température et l'augmentation de cette résistance. Par ailleurs, des températures entre 0°C et -10°C seraient plus à craindre pour *Salmonella* que celles comprises entre -17°C et -20°C (**Anonyme 2, 2000**).

Salmonella exprime une extrême capacité de survie à de longues périodes de déshydratation ou de congélation (**Muller et al. 2012**). Le métabolisme et l'activité de multiplication bactérienne se rétablissent lorsque les conditions adéquates sont réunies comme démontré par **Garcia et al. (2010)**.

Selon **Foster et Hall (1991)**, *Salmonella* conserve une certaine capacité de croissance à un pH de 4,3. Même dans des conditions étudiées les plus extrêmes, elle est capable de s'adapter aux expositions d'acide potentiellement mortelles.

Elle est aussi beaucoup retrouvée sur les surfaces inertes souillées en élevage. Et cela représente un risque de contamination directe (**Hernández et al., 2013, Pires et al., 2013**).

On les retrouve aussi fréquemment dans les farines ou poudre d'os utilisées dans l'alimentation des animaux (**Faucher et Avril, 2002**) dans les eaux usées urbaines (170 salmonelles/100ml), dans les eaux usées hospitalières (56 salmonelles/100ml) dans les eaux usées d'abattoir (180 salmonelles/100ml) (**Leclerc et Mossel, 1989**).

Les salmonelles sont sensibles aux antiseptiques usuels : hypochlorite de sodium, dérivés iodés, chlorhexidine, ammoniums quaternaires, formol à 1% (**Wray, 1975**).

CHAPITRE II : PATHOGENIE DES SALMONELLES

II.1.Mode de transmission :

Salmonella est retrouvée chez tous les animaux. Cependant, les animaux de rente, principalement ceux des espèces aviaires, bovines et porcines, sont considérés comme hôtes et vecteurs de cet agent zoonotique (**OMS, 1998**).

Presque toutes les épizooties des salmonelles en filière aviaire dues aux sérotypes les plus courants trouvent leurs explications dans une poule infectée ou un œuf contaminé et une infection à l'éclosion (**Gordon, 1979**).

La principale voie de transmission de *Salmonella* commune à tous les animaux est la voie horizontale.

La contamination horizontale d'un groupe d'animaux se fait par succession de contact féco-oral. Ce mode de transmission d'un animal à l'autre est le plus dominant, mais on observe aussi l'ingestion d'aliments et d'eaux contaminés, la contamination croisée à partir de l'environnement qui sont autant de voies pour initier la transmission horizontale. Elle est entretenue ensuite par le contact direct avec les animaux infectés (**CDC 2013**).

Il existe également une transmission verticale. Dans les élevages aviaires par exemple, on observe une contamination de la poule directement à l'œuf. Cette transmission est permise par une contamination de la grappe ovarienne, organes de reproduction des oiseaux (**Gantois et al., 2009**).

II.2.Mode d'infection :

La dose infectieuse de *Salmonella* pour un mammifère est faible, de l'ordre de quelques dizaines de cellules pour l'Homme (**Teunis et al., 2010**).

Dans les cas de salmonellose, les salmonelles pénètrent dans l'organisme par voie orale, elles passent ensuite dans l'estomac où elles sont capables de résister à l'acidité gastrique (**Riesenberg-Wilmes et al., 1996, Bearson et al., 1998**).

Elles atteignent ensuite la muqueuse de l'intestin où elles prolifèrent et produisent des toxines. L'envahissement des cellules de la muqueuse intestinale entraîne une inflammation aiguë à l'origine de perturbations menant à la diarrhée et éventuellement à la formation

d'ulcérations. Dans certaines circonstances, les bactéries peuvent franchir la barrière intestinale et se propager dans le sang provoquant une septicémie et infectant d'autres organes (**Jay et al., 2005**).

Dans les cas de fièvre typhoïde et paratyphoïdes, les bactéries traversent la paroi de l'intestin, gagnent les ganglions lymphatiques dans lesquels elles se multiplient puis passent dans la circulation sanguine où elles produisent des toxines (**Guiraud , 2003**).

II.3.Méthode de détection des salmonelles :

II.3.1. Méthode bactériologique :

II.3.1.1.Pré-enrichissement :

C'est une phase non sélective qui utilise un milieu riche dans lequel l'échantillon est dilué au dixième (1/10) et pour laquelle l'incubation dure une vingtaine d'heures à 35°C ou 37°C (**Humbert et al., 1998**).

Elle permet aux bactéries « stressées » de récupérer toutes leurs potentialités (**Norme AFNOR V08-052**).

Les milieux utilisés sont des milieux liquides, le plus souvent on utilise l'eau peptonée tamponnée ou le bouillon lactosé. Pour les produits laitiers on peut utiliser la solution de Ringer ou la solution tampon phosphate (**Humbert et al., 1998**).

II.3.1.2.Enrichissement :

Il vise à minimiser la croissance des autres bactéries associées au prélèvement et de poursuivre la multiplication sélective des *Salmonella*. 0,1ml ou 1ml de la solution de pré-enrichissement est transférée dans un ou plusieurs milieux d'enrichissement (10ml de milieu).

Les milieux d'enrichissement sont classés en trois familles (**Humbert et al., 1998**) : les bouillons au Sélénite, les bouillons à base de tétrathionate (le bouillon Müller Kauffmann), les bouillons qui contiennent du vert de malachite.

Il s'effectue pendant 12-24h sur deux milieux sélectifs liquides à partir de la culture sur l'Eau Peptonée Tamponnée (EPT), les milieux utilisés sont le bouillon au vert de malachite et au chlorure de magnésium (Milieu de Rappaport-Vassiliadis) et le bouillon au sélénite de

sodium avec cystine, le premier milieu est incubé à 42°C, le second à 37°C (**Norme AFNOR V08-052**).

II.3.1.3. Isolement :

C'est une phase sélective qui utilise des milieux solides coulés en boîtes de Pétri. Les milieux d'isolement contiennent une variété d'association de facteurs sélectifs (**Humbert et al., 1998**).

Les *Salmonella* apparaissent sous forme de colonies caractéristiques par leur forme, leur couleur et leur morphologie.

Les milieux solides utilisés pour l'isolement sont : le milieu Hektoen, la gélose *Salmonella - Shigella* (gélose SS), la gélose au vert brillant et au rouge de phénol (VB-RP), le milieu xylose-lysine-tergitol (XLT), le milieu Compass *Salmonella* ... Il s'effectue pendant 18-24h à 37°C (**Norme AFNOR V08-052**).

- Milieu de Mac Conkey : L'utilisation de ce milieu est recommandée pour isoler et dénombrer les salmonelles dans les eaux, le lait, les matières alimentaires, les urines et aussi dans les matières fécales. Les colonies apparaissent incolores puisqu'elles sont des lactoses négatifs (**Marchal, 1997**).
- Gélose au vert brillant de Kristensen : le vert brillant inhibe la flore à Gram positif, partiellement les Coliformes et les Proteus, mais aussi les Shigelles et certaines souches de Salmonelles (*Salmonella typhi*) (**Schie et Van, 1987**).
- Gélose SS (*Salmonella-Shigella*) : elle contient d'une part du vert brillant et des sels biliaires qui freinent le développement de la flore secondaire, d'autre part, du lactose qui constitue le sucre réactif, permettant de visualiser la présence de Coliformes sous forme de colonies rouges. Cette gélose contient également de fortes concentrations en thiosulfates et en citrate. Le thiosulfate lorsqu'il est réduit en H₂S en présence d'ions fer permet de visualiser les bactéries productrices de H₂S sous forme de colonies à centre noir (**Schie et Van, 1987**).
- Gélose DLC (Desoxycholate-Lactose-Saccharose) : le saccharose qu'elle contient permet de différencier les bactéries non pathogènes qui sont lactose négatives et

saccharose positives et de diminuer les repiquages faussement positifs (**Schie et Van, 1987**).

- Gélose Hektoen : aux sels biliaires limitant le développement des coliformes et de Proteus (**Schie et Van, 1987**).
- Milieu de Wilson-Blair : ce milieu a une teneur en sulfite de bismuth et en vert brillant très élevée, ce qui le rend très sélectif. Il est réservé aux prélèvements très fortement contaminés (**Schie et Van, 1987**).

L'identification biochimique :

L'identification biochimique des colonies jugées caractéristiques se fait en deux étapes :

- La recherche des caractères de famille (tableau N1), très souvent ce sont la coloration de Gram, la présence de la catalase, l'absence d'une cytochrome oxydase, la mobilité, le type respiratoire, la culture sur milieu ordinaire et la fermentation du glucose suffisent pour que les caractères différentiels soient recherchés (**Le Minor et al., 1982**).

-La recherche des caractères différentiels (tableau N2) nécessite des cultures pures. On utilise à cet effet le portoir réduit de Le Minor qui est un ensemble de cinq milieux : le milieu Kligler-Hajna, le milieu citrate de Simmons, le milieu lysine de fer ou milieu de Taylor, le milieu urée-tryptophane et le milieu mannitol mobilité nitrate (**Le Minor et al., 1982**).

Tableau 1 : Caractéristiques biochimiques communes aux salmonelles (Pilet et Coll, 1997)

Salmonelles	Caractéristiques biochimiques	Expression
Toutes	Uréase	-
	Triptophane désaminase	+
En majorité	O.N.P.G	-
	Gaz en présence du glucose	+
	H ₂ S	+
	Lactose	-
	LDC	+
	Indole	-
	Citrate de Simmons	+
	Gélatine	-
	D-tartrae (en plusieurs jours)	+

Tableau 2 : Caractères phénotypiques particuliers de certains sérovars de *salmonella* (SUTRA *et al.*, 1998)

Sérovars	Caractères particuliers
<i>Typhi</i>	Ne carboxyle pas l'ornithine Ne produit pas de gaz à partir du glucose Est auxotrophe donc ne pousse pas sur milieu au citrate de Simmons
<i>Paratyphi A</i>	Ne décarboxyle pas la lysine Ne produit pas d'H ₂ S Est auxotrophe donc ne pousse pas sur milieu au citrate de Simmons
<i>Gallinarum-pullorum</i>	Immobile

II.3.2.Méthode moléculaire :

II.3.2.1.Electrophorèse des protéines : technique de séparation des protéines cellulaires (enzymes) selon leurs poids moléculaires et la charge électrique (**Brisabois, 2001**). Ce qui reflète indirectement l'expression du génome. L'analyse des électrophorégrammes obtenus par des logiciels issus de la micro-informatique permet une identification précise (**Cuq, 1993**).

II.3.2.2.Polymerase Chain Reaction (PCR)

Les méthodes moléculaires sont toutes basées sur l'amplification de l'ADN de la bactérie. Elles sont très souvent combinées à une approche bactériologique.

Il existe une grande variabilité de protocole PCR pour la détection rapide de *Salmonella* (**Wilkins et al., 2010**)

Ainsi, dans un souci de sensibilité, un enrichissement est nécessaire avant l'application de la méthode de réaction en chaîne par polymérase (PCR) choisie (**Kuijpers et Mooijman, 2012**).

II.3.3.Méthodes génotypiques :

II.3.3.1.Méthodes basées sur la restriction enzymatique ou REA (Restriction Enzyme Analysis) : l'ADN, essentiellement chromosomale, des souches recherchées subit une digestion par une endonucléase appropriée de restriction qui clive l'ADN en des séquences nucléotidiques spécifiques (**Jay et al, 2005**). Les fragments produits sont séparés par électrophorèse en gel d'agarose, le ribotypage et l'électrophorèse en champ pulsé (PFGE) constituent les deux plus importantes techniques (**Brisabois, 2001**).

II.3.3.2.Méthodes basées sur l'amplification : telles que l'Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) ; la Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD) ou l'hybridation ADN/ADN ou hybridation ADN/ARN ribosomiaux qui sont des techniques rapides couplées à la PCR, largement utilisées pour la détection et l'identification des micro-organismes dans les aliments (**Jay et al., 2005**).

II.4. Salmonelles et antibiorésistance :

L'antibiorésistance s'explique par la présence, chez les bactéries résistantes, de mécanismes leur permettant d'échapper à l'action de certains antibiotiques. Cependant une bactérie résistante à un antibiotique peut demeurer sensible à d'autres. On distingue classiquement 2 formes de résistance, l'une dite « naturelle », l'autre dite « acquise » (**Courvalin et Philippon, 1989**)

- **Résistances naturelles :** elles sont caractéristiques de toutes les souches appartenant à la même espèce qui sont alors qualifiées de sauvage. Le support génétique est le chromosome et les gènes en cause sont transmis à la descendance (transmission verticale) (**Faucher et Avril, 2002**).
- **Résistances acquises :** elles affectent quelques souches d'espèces naturellement sensibles qui acquièrent des gènes de résistance par pression de sélection antibiotique. (**Faucher et Avril, 2002**).

Bien comprendre les mécanismes de résistance permet d'adapter les nouveaux antibiotiques, d'éviter l'émergence de nouvelles résistances et de freiner la généralisation des anciennes, ils sont directement liés aux mécanismes d'action de chaque antibiotique et sont applicables aussi bien pour les salmonelles que pour les autres germes (**Yan et Pendrak, 2003**).

Les salmonelles ont plusieurs mécanismes de résistances :

- **Diminution de perméabilité :** Mutation affectant la structure des porines (figure N2) ou diminuant la synthèse des porines par lesquelles l'antibiotique peut pénétrer dans la bactérie à savoir les aminosides, les bêta-lactames, les quinolones. Ce mode de résistance n'affecte que les bactéries Gram négatif (**Denyer et Maillard, 2002**).

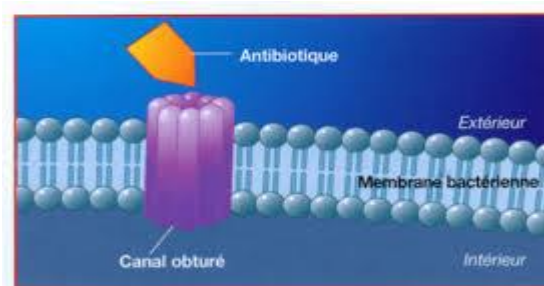


Figure N°2 : Structure des porines (**Archabaud, 2009**)

- **Inactivation de l'antibiotique :** Certaines bactéries détruisent la molécule de l'antibiotique, alors que d'autres l'inactivent en lui ajoutant des groupements acétyle, adényl ou phosphorique (figure N3).

Pour les bêta-lactames, les bactéries résistantes synthétisent des bêta-lactamases, qui sont des protéases qui scindent le cycle bêta-lactames

L'inactivation enzymatique est également responsable de la résistance aux aminosides.

Les enzymes impliquées sont de trois types : les phosphotransférases, les adényl-transférase et les acétyl-transférase (Davies, 1997) .

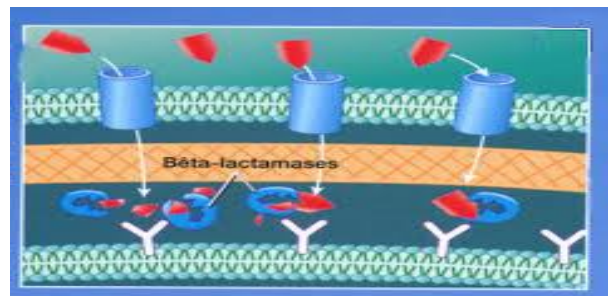


Figure N°03 : Inactivation enzymatique de l'antibiotique (Grosjean *et al.*, , 2009)

- **Modification de la cible des antibiotiques :**

Les bactéries ont la capacité de mutation d'un gène responsable de la biosynthèse de la protéine sur laquelle agit l'antibactérien, ce dernier ne reconnaît plus sa cible et devient inactif (figure N4). Ce type de mécanisme a été mis en évidence chez certaines souches de staphylocoques dites pénicillino-résistantes. Il se manifeste par des modifications des protéines fixatrices de la pénicilline qui se localisent dans la paroi bactérienne et sur lesquelles l'antibiotique se lie normalement (Quintiliani et Courvalin, 1995).

La résistance vis-à-vis des macrolides se fait également par la modification de leur site d'action sur la bactérie. Ce phénomène résulte de la méthylation de l'adénine de l'ARN (Lail et Weisblum, 1971).

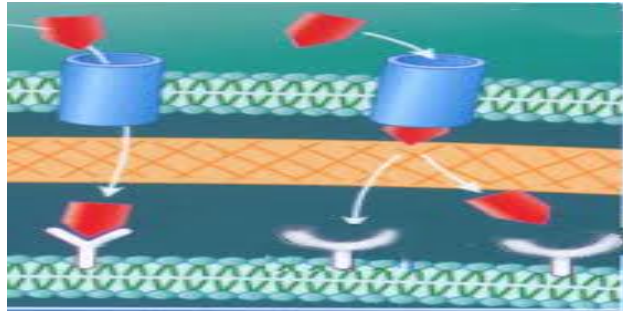


Figure N°04 : Modification de la cible des antibiotiques (Grojean et al., , 2009)

➤ **Résistance par efflux actif :**

Même après avoir dépassé l'obstacle de l'enveloppe bactérienne et passé à l'intérieur de la bactérie, l'antibactérien peut être rejeté à l'extérieur par des mécanismes développés par la bactérie résistante (Figure N°5). C'est le cas des tétracyclines qui sont rejetées par une protéine d'excrétion active, codée par un plasmide (Neyfakh, 1992).

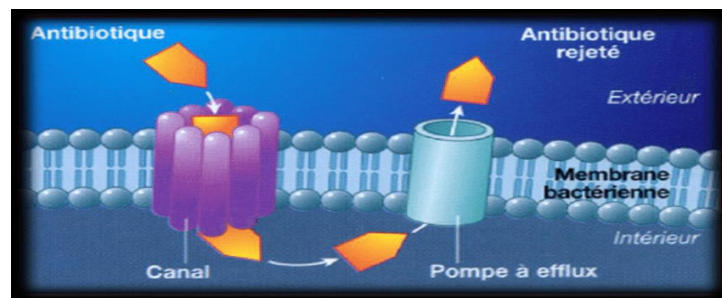


Figure N°5: Excrétion de l'antibiotique par efflux actif (Grojean et al., , 2009)

On rencontre désormais souvent des souches de salmonelles multirésistantes et la fréquence de la pharmaco-résistance multiple a considérablement augmenté ces dernières années. Pires encore, certaines variantes de *Salmonella* ont développé une multirésistance qui fait partie intégrante de leur matériel génétique et sont par conséquent susceptibles de conserver des gènes de pharmaco-résistance même si l'on n'utilise plus les antimicrobiens concernés,

situation dans laquelle d'autres souches résistantes perdraient en règle générale leur résistance (**Gast , 1987**).

Salmonella Typhimurium DT 104 est résistante à 5 voire 6 familles d'antibiotiques (**Broes et Boutin, 2003**). Elle résiste habituellement à l'amoxicilline/ampicilline, à la streptomycine et à la spectinomycine, aux sulfamides, au chloramphénicol/florfénicol et à la tétracycline (**Weill et al., 2003**).

CHAPITRE III : DANGERS ALIMENTAIRES

III.1. Salmonelles et les produits alimentaires :

Les premiers cas de salmonellose liés à la consommation d'aliments contaminés furent décrits en 1888, en Allemagne, lorsque 50 personnes sont tombées malades après avoir ingéré du bœuf haché (**Hardy, 2004**). A la même année aux Etats-Unis, 57 cas ont été signalés suite à la consommation de viande avariée provenant d'une vache abattue d'urgence (**Bell et Kyriakides, 2002**).

L'importance des aliments commerciaux destinés aux bétails comme vecteur potentiel de *Salmonella* est élevée (**Molla et al., 2010**) et un grand nombre de formulations n'incluent pas de procédure de décontamination (**Binter et al., 2011**).

Les aliments fermentés seraient protecteurs contre *Salmonella* (**Canibe et Jensen 2003, Canibe et al., 2007, Missotten et al., 2010**). Les aliments acides aussi ; une étude avait montré que l'acidification de l'eau des abreuvoirs a un certain effet protecteur des animaux contre salmonella du fait de la sensibilité de cette dernière aux milieux acides (**Anderson et Williams ,1956**).

Les propriétés physiques des aliments jouent également un rôle protecteur contre *Salmonella*. Une présentation grossière « coarse » selon **Mikkelsen et al. (2004)** stimulerait des propriétés physicochimiques et microbiennes qui diminueraient la survie de *Salmonella* au niveau de l'estomac. Avec des aliments non granulés, cette protection serait due à un manque d'adhérence à la muqueuse intestinale (**Heddeman et al., 2005**).

En ce qui concerne les aliments destinés à la consommation humaine, toutes les variétés d'aliments sont susceptibles d'être contaminées par *Salmonella* mais on la retrouve essentiellement dans les produits d'origine animale, ceci est en partie dû au grand nombre d'animaux porteurs sains (**Leclerc et Mossel, 1989**).

Les aliments peuvent être contaminés par *Salmonella* au cours de l'abattage d'un animal et de la transformation de sa viande (viande hachée), ou par une contamination croisée au cours de transformation. Le nombre de souches isolées des viandes de bœuf décroît modérément (901 souches) avec en tête le sérovar *Typhimurium* (21,2 %). On note la progression du sérovar

Panama (50 souches isolées). 1364 souches ont été isolées des viandes de porc dont les principaux sérovars sont *Typhimurium* (35,5 %), *Derby* (22,8 %) et *Bredeney* (7,4 %). **(Anonyme 3, 1996).**

Les produits de charcuterie (saucisses, salaison, pâtés) véhiculent toujours un grand nombre de sérovars dont *Typhimurium* et *Derby* représentent respectivement 31,3 % et 15,3 % des souches isolées **(Anonyme 3, 1996).**

La viande chevaline paraît particulièrement sensible **(Gill, 2005).**

III.2.Salmonelles et viande blanches

Le poulet, la dinde et les autres viandes blanches constituent des sources importantes de protéines et d'autres nutriments. Malheureusement, ces aliments comme les œufs, le lait cru et tous les aliments crus d'origine animale peuvent aussi transporter *Salmonella* et d'autres bactéries **(Leclerc et Mossel, 1989).**

Les viandes et les volailles sont les plus fréquemment incriminées, mais également les produits de la mer, les produits laitiers, les charcuteries, les pâtisseries, les œufs, les ovoproduits ainsi que les préparations à base d'œuf non cuits **(Gledel, 1996).**

Les viandes de volaille insuffisamment cuites avec les œufs et les ovo-produits contaminés constituent la source majeure de toxi-infection à *Salmonella Enteritidis*, en effet, les produits de l'aviculture seraient responsables de 50 à 76% des cas de salmonellose humaine **(Herman et al., 2001).** Les milieux internes de l'œuf de poule sont exceptionnellement contaminés, par contre la contamination des coquilles n'est pas exceptionnelle, celle-ci peut être transférée aux blancs et jaunes d'œuf par le cassage, 550 souches ont été isolées d'œufs et ovo-produits dont 58 % appartenaient au sérovar *Enteritidis* et 24 % au sérovar *Typhimurium* **(Anonyme 3, 1996).**

Depuis 1998, les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) à *Salmonella Enteritidis* restent très souvent liées à la consommation d'œufs, toujours plus fréquemment dans la période estivale et en milieu familial. Les mayonnaises non industrielles (non pasteurisées) peuvent être impliquées dans plusieurs épidémies de toxi-infections lorsqu'elles sont préparées à partir d'œufs crus contaminés **(Anonyme 4, 2003).**

Parmi les sérotypes les plus fréquemment incriminés lors des toxi-infections à salmonelles : *Salmonella Enteritidis*, *Hadar* et *Virchow* qui sont considérées comme assez typiques de la filière aviaire. Quoique moins spécifique des volailles, le sérotype *Typhimurium* est aussi très fréquemment rencontré dans les élevages de poulets, de dindes et de canards (**Rajashakra et al., 2000**).

Le fort taux d'infection à *Salmonella* des oiseaux d'élevage est la cause de la fréquente contamination des produits avicoles par les salmonelles (**Bornert, 2000**).

III.3. Salmonelles : Danger pour la santé publique :

Les salmonelles jouent un rôle important en pathologie animale comme en pathologie humaine ou elles représentent un soucis majeure quant à la protection de la santé animale et humaine (**Brugere-Picoux et Silim, 2015**).

Selon un rapport publié en 2011, le système de surveillance « Foodnet » confirme *Salmonella* comme la cause la plus commune de toxi-infections alimentaires aux États-Unis avec 7813 infections pour un taux de 16.45/100.000 habitants avec 2200 hospitalisations et 29 morts annuellement (**CDC, 2012**).

En Union européenne, la surveillance des TIACs à *Salmonella* est confiée à chaque état membre. La Suède, par exemple, a un programme de surveillance et de maîtrise des salmonelles en élevage mis sur pied depuis 1961. Son approche, tolérance zéro (élimination de troupeaux infectés) est très efficace et on constate que ce pays présente la plus basse incidence de salmonelloses humaines (**Osterberg et al., 2006**).

Au Canada, le programme national de surveillance des entérites (**NESP, 2009**) signale 14262 cas d'entérites associés à *Salmonella*. Tous ces cas ne résultent pas nécessairement de toxi-infections alimentaires cependant le taux d'infections reste assez considérable avec plus de 18 cas pour 100.000 habitants en 2009 et en 2011 *Salmonella* reste la cause la plus souvent signalée avec une hausse d'incidence à 19,68 pour 100.000 habitants (**NESP, 2011**).

✚ Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :

Les *Salmonella* responsables des fièvres typhoïdes ayant l'homme pour seul réservoir, la contamination se fait par ingestion d'eau ou d'aliments ayant subi une contamination fécale

d'origine humaine. Comme toutes les maladies à transmission oro-fécale, ces fièvres surviennent le plus souvent dans des zones où l'hygiène est précaire, et frappent principalement les pays en développement en Asie, en Afrique ou en Amérique Latine. Les données mondiales font état de 17 millions de cas annuels de fièvre typhoïde, et de 600 000 morts (**Hu and Kopecko, 2003**).

Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes sont causées par des *Salmonella* strictement adaptées à l'homme, *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi A* et certaines souches de *Salmonella Paratyphi B*. Les symptômes apparaissent après une période d'incubation entre 10 à 15 jours, selon l'état physiologique de l'hôte, la durée des symptômes est de 1 à 7 jours, les signes cliniques observés sont ; une fièvre continue accompagnée de maux de tête, d'anorexie, d'abattement et de douleurs abdominales avec diarrhée ou constipation (**D'Aoust, 1989**).

Toxi-infections alimentaires collectives :

La consommation simultanée par plusieurs personnes d'un aliment massivement contaminé par des *Salmonella* «mineures» (*Salmonella typhimurium*, *S. enteritidis*, *S. dublin*, etc...) entraîne une cascade des cas de gastro-entérites, qui, simulant un véritable empoisonnement, est appelé toxi-infection alimentaire collective (TIAC) (**Hubert et al., 1990**).

Les principaux symptômes de la salmonellose (infections non typhoïdiques) sont la diarrhée non sanglante, les douleurs abdominales, la fièvre, les nausées et des vomissements qui surviennent généralement 12-36 heures après l'ingestion. Chez les sujets en bonne santé, la dose infectieuse varie selon les sérovars, les aliments incriminés et la sensibilité des individus. Alors que certains auteurs (**Varnam et Evans, 1991**) ont pu montrer que 20 cellules pouvaient suffire à constituer une dose infectieuse minimale, d'autres études ont régulièrement fait état d'un ordre de grandeur supérieur à 10^6 cellules (**Korsak et al., 2004**).

L'aliment responsable est identifié par enquête épidémiologique (enquête cas-témoin). Le diagnostic se fait par recherche de *Salmonella* dans les selles des malades et dans l'aliment incriminé (s'il est encore accessible). Le traitement est le même que celui des gastro-entérites (**Avril et al., 1992**).

III.4.Traitement :

Plusieurs raisons sont avancées par les médecins pour ne pas instaurer d'antibiothérapie dans le but de traiter les gastro-entérites à *salmonella* non-typhoïdiques :

- Prolongation de la durée d'excrétion dans les selles
- Apparition de mutants résistants
- Expression d'effets secondaires (Allergies et déséquilibre de la flore intestinale ...)
(Acha et Szyfres, 1989).
- Libération d'une grande quantité d'endotoxine dans la circulation sanguine **(Chedid et Paran, 1989).**

Une thérapeutique symptomatique est en général suffisante chez les individus adultes sans maladies intercurrentes, elle est surtout basée sur la réhydratation en restituant les liquides et les électrolytes **(Prescott *et al.*, 2003).**

Néanmoins, l'antibiothérapie se justifie chez les populations à risques ou lorsque dans une moyenne de 5% des cas, l'infection gastro-intestinale s'accompagne de complications. **(Berrang *et al.*, 2006).**

III.5.Mesure de prévention et de surveillance des TIAC :

Les mesures de prévention reposent essentiellement sur le respect de simples pratiques d'hygiène alimentaire, aussi bien dans les cuisines familiales que dans la restauration collective, en amont, la lutte contre les salmonelloses humaines passe par la diminution de la prévalence des salmonelloses animales **(Guiraud, 2003).**

Elles nécessitent d'importants moyens afin d'assurer qu'aucun maillon de la chaîne, depuis le stade de la production jusqu'à celui de la consommation, ne soit défaillant **(Gledel J., 1996),** elles se résument à **(Torota *et al.*, 2003) :**

- Contrôler rigoureusement l'alimentation animale par réduction de la contamination du milieu et par l'hygiène de l'animale.
- Eradiquer la maladie chez les animaux producteurs d'aliments.
- Réduire la contamination par les selles durant le processus d'abattage et de collecte du lait.
- Réduire les contaminations manuportées.
- Non interruption de la chaîne de froid et respect des barèmes de cuisson.
- Conservation adéquate en respectant la température et la durée de stockage des aliments.
- Instaurer des guides d'éducation sanitaire.

La surveillance des toxi-infections alimentaires collectives comprend 3 objectifs fondamentaux :

- L'identification précoce et le retrait de la commercialisation d'aliments contaminés.
- La correction des erreurs de préparation dans les établissements de restauration collective ou en milieu familial.
- L'orientation des priorités en hygiène des aliments et, si besoin, la proposition de nouvelles mesures réglementaires en matière d'hygiène au niveau de l'industrie alimentaire ou de la restauration collective (**Hubert et Grimont , 1990**).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Acha et Szyfres, 1989** : Zoonose et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux : salmonellose, 2ème édition office international des épizooties. Paris, 1063p, 156-166.
- **AFNOR** : Association française de normalisation, Microbiologie des aliments - Recherche des Salmonella - Méthode de routine. URL : <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-v08-052/microbiologie-des-aliments-recherche-des-salmonella-methode-de-routine/article/863276/fa043997>, consulté le : 02/08/2020
- **Anderson E. S. and Williams R. E. O (1956)** "Bacteriophage typing of enteric pathogens and staphylococci and its use in epidemiology." Journal of Clinical Pathology 9(2):94-127.
- **Anonyme1, 2002** : *Salmonella*, Wikipédia, URL : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Salmonella#/media/Fichier:SalmonellaNIAID.jpg>, consulté le : 20/10/2020
- **Anonyme 2, 2000**: The evaluation of microbiological criteria for food products of animal origin for human consumption. Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health, URL: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scv_out26_en.pdf, consulté le : 23/10/2020
- **Anonyme 3, 1996** : " Inventaire des Salmonella d'origine non humaine en 1992-1993), BEH 29/1996 URL : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-infectieuses-d-origine-alimentaire/salmonellose/documents/article/inventaire-des-salmonella-d-origine-humaine-en-1992-1993>, consulté le : 29/10/2020
- **Anonyme 4, 2003** :, Risques sanitaires liés à l'eau et à l'alimentation. Toxi-infections alimentaires. Institut de veille sanitaire URL : <http://campus.cerimes.fr/hepato-gastro-enterologie/enseignement/item73/site/html/3.html> , consulté le : 15/08/2020
- **Avril et J-L, Dabernat H, Denis F, Montiel H, 1992** : Bactériologie clinique, 2ème édition . Paris : Ellipses 522p.
- **Bell et Kyriakides , 2002** : Salmonella : A practical approach to the organism and its control in foods, edition Blackwell Sciences, UK, 330p.
- **Berrang M.E., Smith D.P., Hinton A. , 2006** : Antimicrobial resistance patterns of salmonella from retail chicken. International Journal of Poultry Science 5 (4) : 351-354.

- **Binter et al., 2011** : "Transmission and control of Salmonella in the pig feed chain: a conceptual model." International Journal of Food Microbiology 1: S7-17.
- **Bornert, 2000** : Le poulet sans salmonelles : mythe ou réalité ? Revue Méd. Vét. 151(12), 1083-1094.
- **Brisabois, 2001** : Intérêts et limites des techniques de caractérisation des salmonella épidémiologie et santé animale, 39 : 31-42.
- **Broes et Boutin, 2003** : "Biosécurité un must pour tout le secteur porcin." Centre de development du porc du Québec inc.
- **Canibe et Jensen 2003** : "Fermented and non fermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance." Journal of Animal Science 81(8): 2019-2031.
- **CDC ,2013** : Reports of Salmonella Outbreak Investigations from 2013. URL : <https://www.cdc.gov/salmonella/outbreaks-2013.html>, consulté le : 18/08/2020
- **Chedid et Paran, 1989** : Lipopolysaccharides et endotoxines. In : Le Minor. L., Veron. M. –Bactériologie médicale ; 2ème édition Flammarion Médecine Sciences, Paris, 1989, 1107p, 178-190.
- **Colin P., Silim A., 1992** : Manuel de pathologie aviaire. Maisons-Alfort, France, Ecole nationale vétérinaire, p. 371-374.
- **Courvalin et Philippon, 1989** : Mécanisme biochimique de la résistance bactérienne aux agents antibactérien. Bactériologie médicale, 2ème édition falammarion médecine-science, Paris.1107p.
- **Cuq, 1993** : Les méthodes modernes d’analyse rapide en microbiologie alimentaire agro-alimentaire ; Le point international ; centre de veille international de l’agro-alimentaire, 76p.
- **D'Aoust, 1989** : *Salmonella*. In :M.P.Doyle (ed.), Food borne Bacterial pathogens. Marcel Dekker, Inc.. , New York, N. Y. p.327-445.
- **Davies, 1997** : Prevalence of *salmonella* in finishing swine raised in different production systems in north Carolina, USA. 119,237-244.

- **Dedet. J-P., 2007** : La microbiologie de ses origines aux maladies émergentes, Collection : UniverSciences, Dunod.
- **Denyer et Maillard, 2002** :, Cellular impermeability and uptake of biocides and antibiotics in Gram- bacteria *Journal of applied Microbiology.* 92, 35s-45s, URL : <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2672.92.5s1.19.x>, consulté le : 02/08/2020.
- **Dumas, 1958** : Tribu des salmonellae, In : *Bactériologie Médicale.* Flammarion et Cie. pp. 399-433.
- **Faucher. J. L. et Avril. J. L., 2002** : *Bactériologie générale et médicale.* Paris, Ellipses édition Marketing S. A, 2002.
- **Fookes M., Gunner N. S., Gemma C., 2011** :, *Salmonella bongori* provides insights into the evolution of the salmonellae. National library of medicine : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21876672/>, consulté le : 03/09/2020
- **Foster et Hall 1991** :, Inducible pH homeostasis and acid tolerance response of *Salmonella typhimurium* *Journal of microbiology,* URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC208204/>, consulté le : 03/09/2020
- **Frobisher. M., Fuerst. R., 1990** : *Microbiologie clinique,* édition HRW LTEE, Canada.
- **Gantois I., Ducatelle R., Frank Pasmans F., Haesebrouck F., Gast R., Tom J. Humphrey, Filip Van Immerseel, 2009** : "Mechanisms of egg contamination by *Salmonella Enteritidis.*" *FEMS Microbiology Reviews* 33(4): 718-738.
- **Garcia A., Hirt H., 2010** :, *Salmonella enterica* induces and subverts the plant immune system. *Frontiers in microbiology* URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3983520/>, consulté le : 03/08/2020
- **Gast , 1987** : Production of salmonella enteritidis-contaminated eggs by experimentally infected hens. *Avian Dis.,* b, 34, 438-446.
- **Gill, 2005** : Safety and storage stability of horse meat for human consumption. *Meat science,* 71 :506-513.
- **Gledel and Corbion, 1991** : *Le genre Salmonella dans: Microbiologie Alimentaire,* Bourgeois et Mesclé, 1ère édition, 2ème tirage, techniques et documentation, Paris.

- **Gordon., 1979** : Pathologie des volailles. Paris: Maloine éditeur 19-36.
- **Grimont A., Garrity M., Tindall B.J., 2000** : International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 55(Pt 1):521-4, Taxonomy of of the genus Salmonella 1-17.
- **Grosjean J, Clavé D ,Pasquier C , Archambaud M., M. 2009** : Bactériologie et virologie pratique, De Boeck :3^{ème} édition. 283 pages
- **Guiraud, 2003** : Microbiologie alimentaire, Edition Dunod, Paris.
- **Hald B., Skovgård H., Dang Duong Bang., Pedersen K., Dybdahl J., Jørgen B. Jespersen, Madsen M., 2003**: Emerging Infectious Diseases, 2003 Aug; 10(8): 1490–1492., Flies and Campylobacter infection of broiler flocks 1490-1492.
- **Hanes, 2003** : International Handbook of Food born pathogens. Edition Milotis N, New York , Edited By Marianne D. Miliotis, Jeffrey W. Bier, 1st edition.
- **Heddeman et al., 2005** : "Effect of feed particle size and feed processing on morphological characteristics in the small and large intestine of pigs and on adhesion of Salmonella enterica serovar Typhimurium DT12 in the ileum in vitro." Journal of animal science 83(7): 1554-62.
- **Herman K., Alisjahbana B., Nurhayati, Quirijn de Mast, 2001** : Neglected tropical diseases, Epidemiology and infection, november 2001.
- **Hernández M., Pire, 2013** : "Salmonella prevalence and characterization in a freerange pig processing plant: tracking in trucks, lairage, slaughter line and quartering." International Journal of Food Microbiology. 162(1):48-54.
- **Hleclerc et D. A. A. mossel, 1989** : Lutte contre les salmonelloses : Le rôle de l'hygiène appliquée aux animaux et aux produits. Organisation mondiale de la santé, Genève, 1989.
- **Hu and Kopecko, 2003** : International Hand book of Food borne pathogens. Edition. Milotis N, New York, 151-165pp.
- **Hubert et Grimont , 1990** : La surveillance des salmonelles en France. Bull. Epidémiol. Hebdom., 1990, 16, 68.
- **Humbert F., Sautra, L., Federighi, M., Jouve J.-L , 1998** : Les salmonelles, In : Manuel de bactériologie alimentaire.

- **ICMSF., 1996** : International Commission on Microbiological Specifications for Food of the IUMS, Micro-organisms in Foods. Microbiological specifications of food. Blackie academic.
- **Jay J. M., Loessner , Martin J., Golden, David A. , 2005** : Moderne Food Microbiology, Seventh Edition, Food science Text Series , Springer Edition, USA..
- **Korsak. N., Clinquart. A., Daube. G., 2004** : Salmonella spp. Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ? revue de médecine vétérinaire, 148 : 1744-193.
- **Lail et Weisblum, 1971** : Bacillus. Edition by clin r.harwood.
- **Le Minor et al., 1982** : Bactériologie médicale, 2ème édition. Flammarion.1989
- **Leclerc et Mossel, 1989** : Microbiologie : le tube digestif, l'eau et les aliments, edition doin, Paris, 529p.
- **Mackey et Derrick, 1986** :, Changes in the heat resistance of Salmonella typhimurium during heating at rising temperatures. Letters in applied microbiology, URL: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-765X.1987.tb01571.x>, consulté le: 12/09/2020
- **Marchal, 1997** : Les milieux de cultures : pour l'isolement et l'identification biochimique, 3e éd. Edition.
- **Martin et Moss, 2008** : Food Microbiology, 3ème édition.
- **Mikkelsen et al. (2004)** : 'Effects of physical properties of feed on microbial ecology and survival of Salmonella enterica serovar Typhimurium in the pig gastrointestinal tract."Applied and Environmental Microbiology70(6):3485-92.
- **Molla et al., 2010** : A survey of salmonella contamination in chicken carcass and giblets in central thipia. Revue med. Vet., 1554(4) : 267-270.
- **Mollie. D., Groisman W. E. A.,2003** : Role of nonhost environmental in the lifestyles of Salmonella ans E. Coli. Applied ans Environmental Microbiology, 69 (7) :3687-3694.
- **Muller et al. 2012** :, Salmonella gut invasion involves TTSS-2-dependent epithelial traversal, basolateral exit, and uptake by epithelium-sampling lamina propria phagocytes. Cell Host Microrobe URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22264510/>, cosulté le : 15/02/20

- **NESP, 2009** :, Integrated surveillance and potential sources of Salmonella Enteritidis in human cases in Canada from 2003 to 2009. Programme National de Surveillance des Entérites
- **Neyfakh, 1992** : Fluoroquinolone resistance protein NorA of Staphylococcus aureus is a multidrug efflux transporter. Antimicrobial agents chemother, URL : <https://aac.asm.org/content/37/1/128>, consulté le : 15/09/2020
- **OMS, 1998** : Infections à Salmonella (non typhiques), URL : [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)), consulté le : 20/09/2020
- **Osterberg, Vågsholm I, Boqvist S., Sternberg L. S., 2006** : "Feedborne outbreak of Salmonella cubana in Swedish pig farms: risk factors and factors affecting the restriction period in infected farms." Acta Veterinaria Scandinavica 47: 13-21.
- **Pilet et Coll, 1997** : Bactériologie médicale et vétérinaire, systématique bactérienne, 2ème édition.
- **Prescott J. M., Harley J. P., Klein D. A., 2003** : Microbiologie, 3eme édition française de la 5eme édition américaine.
- **Quintiliani et Courvalin, 1995** : Mechanisms of resistance to antimicrobial agent. In « Manuel of clinical Microbiology ».
- **Rajashekra G., Haverly, E., Halvorson, D.A., Ferris, K.E., Lauer, D.C. and Nagaraja, K.V. , 2000** : Journal of applied microbiology, Multidrug resistant Salmonella Typhimurium DT104 inpoultry. J. Foodprot63(2), 155-161.
- **Riesenberg-Wilmes; B. Bearson, J. W. Foster, R. Curtis, 1996:** "Role of the acid tolerance response in virulence of Salmonella typhimurium." Infection and Immunity 64(4): 1085-1092.
- **Robinson R. K., Carl A. Batt, P. D. Patel, 2000** : Encyclopedia of Food Microbiology, Volume 2, Academic Press, 2000 - 2372 pages.
- **Salm-Surv, 2005** : Réseau international des autorités de sécurité sanitaire des aliments (INFOSAN), Un réseau de l'organisation mondiale de la santé pour la surveillance des maladies d'origine alimentaire, URL : https://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_06_GSS_Oct05_fr.pdf?ua=1, consulté le : 29/09/2020