

***Salmonella* spp: Entre l'aspect zoonotique et l'antibiorésistance, quel enjeu pour le secteur de l'aviculture la filière avicole ?**

S. NACER¹, F. EL FTOUHY², S. NASSIK³, M. LKHIDER¹

(Reçu le 23/03/2021; Accepté le 27/03/2021)

Résumé

Les salmonelloses demeurent des maladies d'origine alimentaire les plus fréquentes dans le monde entier, en particulier rapportées dans les pays en développement et par conséquent une étiologie majeure de gastro-entérites humaines. Elles se manifestent en fonction de l'hôte et du sérotype, sous forme de portage asymptomatique, de gastroentérite (le plus souvent) ou bien chez les plus fragiles sous forme d'infection systémique sévère. Depuis de nombreuses années, *Salmonella* constitue la cause majeure des infections du tractus digestif humain, liées à la consommation de denrées alimentaires d'origine animale. Parmi ces denrées, les produits d'origine aviaire, en particulier, les œufs sont fortement impliqués et constituent la cause principale des foyers de TIAC des salmonelloses non-typhoïdiques observées chez l'Homme. Depuis les années 1990, les *Salmonella* isolées en cliniques humaine et animale sont de plus en plus résistantes aux antibiotiques avec parfois des souches résistantes à plusieurs antibiotiques de dernière génération. Par conséquent nous avons jugé utile, qu'il serait intéressant d'aborder cette problématique à travers une synthèse bibliographique sur les généralités des salmonelloses, la définition de l'antibiorésistance, son impact sur la santé publique ainsi que le plan d'action de la lutte contre ce phénomène.

Mots clés: Salmonelle, Aviaire, Œuf, TIAC, Antibiorésistance

***Salmonella* spp: Between the zoonotic aspect and antimicrobial resistance, what is the challenge of the poultry sector?**

Abstract

Salmonellosis remain one of the most common foodborne disease worldwide, particularly in developing countries and therefore a major etiology of human gastroenteritis. It manifests itself, depending on the host and the serotype, in the form of asymptomatic carriage, gastroenteritis or of severe systemic infection in most fragile people. For many years, *Salmonella* has been the major cause of infections of the human digestive tract, linked to the consumption of food of animal origin. Among these commodities, poultry meat products and particularly eggs are strongly incriminated and therefore are the main cause of the pandemic of non-typhoid human salmonellosis. Since the 1990s, *Salmonella* isolated in humans have been increasingly resistant to antibiotics with sometimes strains resistant to several latest generation antibiotics. Consequently, we deemed it useful that it is interesting to approach this topic through a literature review on the salmonellosis, the impact of antibiotic resistance on public health. Programmes to prevent the *Salmonella* antibiotic resistance are also reviewed.

Keywords: *Salmonella*, Poultry, Egg, TIAC, Antibiotic resistance

INTRODUCTION

L'augmentation de la population humaine dans le monde impose une énorme demande de nourriture afin d'assurer la survie de l'humanité. Cela exerce une pression sur un certain nombre d'industries alimentaires telles que les systèmes de production de volaille, où des agents de stimulation de la croissance sont utilisés dans le but de satisfaire la demande alimentaire croissante (Zishiri, 2016).

La présence de *Salmonella* dans la viande de poulet et ses produits dérivés les a souvent rendus dangereux pour la consommation humaine (CDC, 2013), provoquant ainsi, des éclosions de maladies d'origine alimentaire dans le monde (Newell, *et al.*, 2010). Par conséquent cet agent pathogène bactérien, en tant que facteur important affectant la sécurité de la volaille et de la viande crue, continuera de recevoir une attention croissante (Henchion, *et al.*, 2014).

La salmonelle est classée parmi les agents pathogènes zoonotiques les plus courants qui provoquent des épidémies et des cas sporadiques de gastro-entérite chez l'homme dans le monde (Humphrey, 2000). Aux États-Unis d'Amérique, un total de 19 531 infections, 4563 hospitalisations et 68 décès associés à des maladies d'origine alimentaire ont été signalés en 2012 (CDC, 2013). Chez les humains et les animaux, elle résulte de divers véhicules de sérotypes de *Salmonella* tels que *S. enteritidis*, *S. infantis*, *S. Kentucky* et

S. Heidelberg. Ces sérovars qui causent l'infection semblent être plus répandus chez la volaille que chez tout autre animal destiné à l'alimentation (Foley *et al.*, 2011).

Ces dernières années, il y a eu une tendance croissante à la résistance aux antimicrobiens à l'échelle mondiale, en particulier pour les souches de *Salmonella* multi-résistantes provenant d'animaux destinés à l'alimentation (Hur *et al.*, 2012). Ce qui est considéré comme étant un problème émergent mondial dans la médecine humaine et vétérinaire.

En effet, de plus en plus de preuves démontrent que l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux favorise l'émergence d'un large éventail d'agents pathogènes zoonotiques résistants tels que *Salmonella*, ce qui compromet l'efficacité des traitements antibiotiques utilisés chez l'Homme lorsqu'une infection se produit (Gyles, 2008). La variété d'antibiotiques administrés en médecine vétérinaire à des fins thérapeutiques a provoqué une pression sélective, entraînant une augmentation des séquences génétiques qui confèrent une résistance aux micro-organismes. L'utilisation extensive d'antibiotiques dans les systèmes de production de poulet à des fins non thérapeutiques en tant que promoteurs de croissance pourrait entraîner la résistance des bactéries à ces agents antimicrobiens. Les bactéries utilisent des mécanismes de résistance naturels et acquis pour se protéger contre les agents qui pourraient leur nuire (Cogliani *et al.*, 2011).

¹ Laboratoire Bioscience, exploration fonctionnelle intégrée et moléculaire, Faculté des Sciences et Techniques Mohammedia, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

² Laboratoire de biochimie, environnement et agroalimentaire, Faculté des Sciences et Techniques Mohammedia, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

³ Département de pathologie et santé publique vétérinaires, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

GÉNÉRALITÉS SUR LES SALMONELLES

Taxonomie et nomenclature

Les salmonelles sont des entérobactéries de la famille des Enterobacteriaceae, saprophytes du tube digestif et pathogènes opportunistes: bacilles droits à Gram négatif, intracellulaires facultatifs, de dimensions moyennes (0,8 µm de large sur 3,5 µm de long), mobiles (sauf le sérotype Gallinarum- Pullorum) et alors à ciliature péritriche (Cécile, 2001).

Le genre *Salmonella* comporte trois espèces: *S. enterica*, *S. bongori* et *S. subterranea*. L'espèce *S. enterica*, possède un spectre d'hôtes très large qui comprend six sous-espèces différenciées par leur biotype: arizonae, diarizonae, enterica, houtenae, indica et salamae. Les sous-espèces de *Salmonella* sont enfin subdivisées en sérovars selon leurs caractères antigéniques. La majeure partie des sérovars appartient à la sous-espèce *S. enterica* subsp. *enterica*. Les sérovars sont définis selon les antigènes: somatique O (nature polysaccharidique), flagellaire H (nature protéique), et capsulaire Vi. Ces derniers sont rares, ils n'ont été identifiés que chez trois sérovars, Typhi, Paratyphi C et Dublin (Koffi, 2015).

Leurs formules simplifiées peuvent être trouvées dans le tableau de Kauffmann-White (Le minor et Popoff, 1987) Un extrait du tableau de Kauffmann-White est présenté pour les sérotypes de la sous-espèce *enterica* les plus fréquemment isolés (Tableau 1).

Toutefois, grâce à la taxonomie moléculaire, on a pu aux alentours des années 1970 définir l'espèce dans le monde bactérien: au sein d'une espèce, l'hybridation ADN-ADN des souches doit dépasser 70 % avec une instabilité thermique des hybrides inférieure à 5°C (Grimont, 1992; Le minor, 1992).

Les sources de contamination et voies de transmission

Pour la volaille

La source principale est l'animal malade ou porteur qui excrète les bactéries, en amont de la chaîne chez les reproducteurs, au couvoir souvent par transmission verticale en élevage de volaille et aux abattoirs (Elgroud, 2009).

En effet, les exploitations de volailles peuvent s'infecter par différentes voies. On distingue de manière générale la voie verticale et la voie horizontale.

La voie verticale

La transmission verticale est importante dans la dissémination de *Salmonella* chez la volaille particulièrement chez les reproducteurs (mâles et femelles) et chez les poules pondeuses. Il a été démontré l'importance de la dissémination de *Salmonella* au sein des volailles pour certains sérotypes comme pour *Salmonella enteritidis*. Les ovaires ainsi que les oviductes des poules pondeuses sont un siège majeur de colonisation de *Salmonella enteritidis* où la transmission verticale aux œufs peut se produire (Butaye et al., 2006).

La voie horizontale

De nombreux schémas du cycle épidémiologique ont été proposés par plusieurs auteurs (Baird-parker, 1990; Böhm, 1993; Wray et Davies 1997) et les voies de contaminations restent nombreuses (Nayak et al., 2004).

L'épidémiologie de *Salmonella* en aviculture implique la présence de nombreux réservoirs ainsi que des contaminations par l'environnement et une excrétion fécale importante. La transmission horizontale peut se faire ainsi via la litière contaminée, les fèces, l'aliment, l'eau, la poussière, les insectes, l'équipement, les poussins malades et via les rongeurs également (Poppe, 2000; Meerburg et Kijlstra, 2007).

Au niveau des exploitations avicoles

Tout d'abord, la persistance de l'infection dans les bâtiments d'élevage et dans les couvoirs joue certainement un grand rôle (Bailey et al., 2002; Gradel et Rattenborg, 2003).

Au niveau des couvoirs: Les couvoirs dont les conditions hygiéniques sont défectueuses peuvent être des réservoirs pour certaines souches (Gradel et Rattenborg, 2003). Les œufs infectés, provenant de porteurs, perpétuent le cycle animal-animal, lors de l'éclosion, grâce aux coquilles, duvet et déjections, mais aussi par la voie respiratoire en inhalant la poussière (Pedro et Szyfrés, 1989; Van Immerseel et al., 2005). Aussi, les caisses de livraison en plastique, de plus en plus utilisées, augmentent le risque d'inter-contaminations quand elles sont mal désinfectées entre deux livraisons de poussins (Riggi, 1999; Villate, 2001; Van Immerseel et al., 2005).

tableau 1: extrait de schéma de kauffman-white indiquant la formule antigénique de quelques sérotypes (Grimont et al., 2007)

Sérotype	Antigène O	Antigène H	
		Phase I	Phase II
Groupe A			
<i>S. Paratyphi A</i>	1, 2, 12		a
Groupe B			
<i>S. Paratyphi B</i>	1,4,[5], 12	b	1, 2
<i>S. Typhimurium</i>	1,4,[5], 12	l	1, 2
Groupe C1			
<i>S. Infantis</i>	6, 7	r	1, 5
<i>S. Virchow</i>	6, 7	r	e, n, x
Groupe D			
Chez la volaille			
<i>S. Typhi</i>	9,12, [VI]	d	-
<i>S. Enteritidis</i>	1,9,12	g, m	-
<i>S. Dublin</i>	1,9,12, [VI]	g, p	-
<i>S. Gallinarum</i>	1,9,12	-	-

Au niveau des élevages

En effet, la présence des rongeurs, des oiseaux sauvages et insectes est souvent la source principale de contamination des aliments, car les rongeurs peuvent être des porteurs durables de sérotypes variés, notamment *S. enteritidis*. Les insectes semblent ne jouer qu'un rôle de vecteur passif (Carlier et Lagrange, 2001; Skov et al., 2004). Il a été démontré que les souris capturées dans les environs d'un bâtiment hébergeant des poules pondeuses infectées, étaient 4 fois plus souvent trouvées positives pour *Salmonella* que les souris capturées aux alentours d'un bâtiment hébergeant des poules pondeuses non-infectées (Elgroud, 2009). De plus, la caractérisation moléculaire des souches a permis de confirmer que les souris retrouvées près des bâtiments hébergeaient les mêmes souches de *Salmonella* que les poules pondeuses (Liebana et al., 2003). Les insectes peuvent aussi constituer des réservoirs de *Salmonella*. Dans 14 bâtiments pour poussins à l'engrais, les coléoptères hébergeaient la même souche de *Salmonella* que les poussins (Skov et al., 2004). Il a également été démontré que les moustiques et les vers de farine dans les élevages de volaille peuvent héberger des *Salmonella* (Hald et al., 1998; Olsen, 2000).

L'eau est rarement considérée comme un vecteur primaire de *Salmonella* mais constitue un milieu potentiel pour sa survie et sa multiplication dans les abreuvoirs souillés par des matières fécales ou par des matières alimentaires (Francart et al., 1993) et peut être aussi une voie de contamination des élevages (Kinde et al., 1996).

La nature de la diffusion de ces germes est difficile à apprécier mais elle existe car la pollution par les déjections de l'eau d'abreuvement est souvent responsable des salmonelles du troupeau. On retrouve d'ailleurs beaucoup plus les salmonelles dans les sédiments de cette eau que dans l'eau elle-même (Villate, 2001; Carlier et Lagrange, 2001; Van Immerseel et al., 2005).

L'aliment peut également être une voie de contamination du bétail en amont de la filière et poser également un risque de contamination pour l'homme (Crump et al., 2002). Les aliments jouent un rôle important comme véhicule de salmonelles, notamment ceux contenant des farines d'os, de viande ou de poisson, des tourteaux de soja et des tourteaux de tournesol (Carlier et Lagrange, 2001; Van Immerseel et al., 2005). Il est à noter que le stress de transport fait augmenter le niveau de contamination des animaux. Les mauvaises conditions de nettoyage et de désinfection des camions et des caisses de livraison qui ne sont pas spécifiques n'arrangent rien (Kimura et al., 2004; Rostagno et Wesley, 2006). Ainsi, le non-respect des mesures de biosécurité, à savoir:

- L'isolation des véhicules d'agents pathogènes (gens, animaux, etc...), des matières contaminées (eau, poussières, etc...) et des volailles infectées;
- Le contrôle du mouvement des gens, des animaux, du matériel et des véhicules entrant ou sortant de la ferme;
- L'aspect sanitaire, notamment, le nettoyage et désinfection réguliers des bâtiments, des équipements, des vêtements et des véhicules ainsi qu'une parfaite hygiène des employés.

Au niveau de l'abattoir

Certaines étapes de l'abattage entraînent des inter-contaminations entre les lots, notamment par les ustensiles, le personnel et les équipements d'abattage. Les salmonelles présentes dans le tube digestif, peuvent polluer les car-

casses si leur intégrité n'est pas respectée (Rostagno et Wesley, 2006). Les salmonelles peuvent être apportées par l'environnement à toutes les phases de l'abattage (Villate, 2001). Les postes les plus contaminant lors des opérations d'abattage, sont l'échaudage par trempage, qui constitue en réalité un bouillon de culture, si la température n'est pas maintenue autour de 55 °C, mais aussi la plumaison et l'éviscération par dissémination du contenu du tube digestif contaminé (Le Boucher et Cohen-Maurel, 1997; Rostagno et Wesley, 2006).

L'échaudage est une étape qui constitue un point essentiel de la contamination croisée (Reiter et al., 2007). Les poulets sont trempés dans de l'eau à température comprise entre 50 et 58 °C pour ramollir l'épiderme et les follicules plumeux (Elgroud, 2009). A ce niveau, l'origine de la contamination est multiple: elle peut être due à un mauvais nettoyage et désinfection du bac, à la contamination par les plumes des volailles lors de leur passage dans le bac, mais également du à l'excrétion des fientes libérées lors du relâchement sphinctérien (Lahellec et Meurier, 1973).

Au cours de la plumaison, la contamination s'opère principalement par les doigts de plumeuses contaminées, par les plumes et les pattes contaminées, par les matières fécales mais aussi par les salmonelles retrouvées dans l'air ambiant suite à la projection dans l'air des plumes arrachées avec force par les plumeuses (ICMSF, 1996).

Cette contamination peut s'expliquer par un mauvais nettoyage et désinfection des doigts plumeux qui sont difficiles à nettoyer du fait de leur matière en caoutchouc ainsi que de leur structure munie de nombreuses anfractuosités où peuvent se loger les bactéries. L'éviscération automatique peut être à l'origine de souillure de la carcasse suite à la rupture de l'intestin quand l'appareil est mal réglé ou par les manipulateurs (Elgroud, 2009). Les matières fécales sont le réservoir principal des salmonelles car la rupture de la paroi intestinale entraîne une contamination de la carcasse, du matériel et du personnel. Ces derniers peuvent être alors des vecteurs importants de la dissémination des salmonelles par manipulation des carcasses ou par manque d'hygiène lorsque l'homme est porteur sain de salmonelles. L'éviscération est généralement suivie d'un lavage pour enlever les matières organiques présentes à la surface des carcasses mais également pour diminuer la contamination superficielle en salmonelles (ICMSF, 1998).

En revanche, l'étape de refroidissement aurait un effet inhibiteur sur la présence de salmonelles. D'après les travaux de (Mikolajczyk et Radkowski, 2001), le taux de contamination des poulets avant refroidissement est de 44% et de 20% après.

Il est à noter également que les containers et les caisses de transports contaminés par des volailles infectés (excréments...), peuvent être des vecteurs importants de *Salmonella* (Isabelle, 2011), et pourraient subséquemment transmettre le pathogène aux autres volailles ayant entré en contact avec ces derniers.

Pour les humains

Les salmonelloses humaines non typhiques sont considérées comme des maladies zoonotiques. La transmission à l'Homme se fait essentiellement par consommation d'aliments contaminés crus ou peu cuits. La part de transmission par voie alimentaire est estimée à 95 % pour les salmonelles

non-typhiques et à 80 % pour les salmonelles typhiques. La transmission des salmonelles non-typhiques à l'Homme peut aussi être directe, interhumaine ou par contact avec des animaux infectés. La transmission de *Salmonella typhi* et *paratyphi* se fait de personne à personne ou par consommation d'eau ou d'aliments contaminés par des selles de personnes infectées (ANSES, 2011). L'Homme s'infecte avec des salmonelles non-typhoïdes essentiellement par l'ingestion d'aliments contaminés. La plupart des cas de salmonellose chez l'homme sont sporadiques. Néanmoins, les épidémies à *Salmonella* ne sont pas rares, et celles-ci peuvent parfois toucher de nombreux individus. Durant les années 90, plus de 50% des intoxications alimentaires dans le monde ont été dues à *S. enteritidis*. En effet à titre d'exemple, aux États-Unis, en septembre et octobre 1994, une épidémie de gastro-entérite due à *S. enteritidis* suite à la consommation de crèmes glacées contaminées a touché 224.000 personnes (Hennessy *et al.*, 1996). Il a été démontré lors de cette étude que les œufs utilisés pour produire cette crème glacée étaient fortement contaminés par *S. enteritidis*. En principe, tous les animaux de rente peuvent être contaminés et donc constituer un risque pour l'Homme. Les sources de contamination les plus importantes sont toutefois la viande de volaille et les œufs. Les infections humaines à *S. enteritidis* sont presque exclusivement associées aux œufs et à la viande de volaille (Telzak *et al.*, 1990; Altekruze *et al.*, 1993; Henzler *et al.*, 1994; Plummer *et al.*, 1995). Dans la plupart des cas, les épidémies de salmonellose chez l'Homme sont dues à la consommation d'œufs frais contaminés (St Louis *et al.*, 1988; Ejidokun *et al.*, 2000; Parry *et al.*, 2002). Entre 1985 et 1998, sur 360 épidémies investiguées aux États-Unis, 279 soit 82 % étaient liées à la consommation d'œufs (Van Immerseel *et al.*, 2005).

LES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES COLLECTIVES (TIAC) PROVOQUÉES PAR *SALMONELLA* Spp.

Les Toxi-Infections Alimentaires Collectives (TIAC) sont des infections aiguës d'intoxication consécutive à l'ingestion d'aliments contaminés par des bactéries ou par leurs toxines. Un foyer de TIAC est défini par l'apparition d'au moins deux cas groupés d'une symptomatologie similaire, en générale digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire (Buisson et Teyssou, 2002).

De nos jours, la salmonellose est plus connue comme une maladie alimentaire. C'est en 1888 que le chercheur Gäertner isole *S. enteritidis* et établit un lien entre la salmonellose humaine et la consommation d'aliments (Dawoud *et al.*, 2017).

Salmonella est une des premières causes de toxi-infections d'origine alimentaire collectives (TIAC). Bien que certains cas puissent provenir directement des animaux domestiques, des reptiles ou de l'eau contaminée, le pourcentage de transmission par l'aliment est estimé à 95 % (Korsak *et al.*, 2004).

Dans les pays en voie de développement, les gastroentérites à *Salmonella*, représentent une des causes principales de mortalité infantile. Ce sont les *Salmonella* non typhiques qui provoquent le plus de décès notamment 32 000 par an, ce qui représente plus de la moitié des décès mondiaux par ces *Salmonella* (OMS, 2015).

Au Maroc, selon le bilan des TIAC notifiées en 2010, 5,2% des cas confirmés sont dus à des salmonelles avec un taux de létalité de 0,06% (Delma, 2010).

Dans les pays développés, les cas sont généralement importés, via les voyageurs, les immigrants (Crump *et al.*, 2004). Le réservoir strictement humain est entretenu par des personnes contaminées (malades, convalescents ou porteurs asymptomatiques) qui excrètent la bactérie via leurs selles ou leurs urines. La maladie se transmet par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par ces derniers. L'antibiothérapie peut être compliquée à cause de l'émergence de souches multi-résistantes et augmente ainsi la gravité de la maladie et l'incidence des fièvres typhoïdes. Les fièvres paratyphoïdes causées par les sérotypes *S. paratyphi* A, *S. paratyphi* B ou *S. paratyphi* C sont caractérisées par des symptômes similaires à ceux de la fièvre typhoïde mais moins sévères et un taux de mortalité plus faible (Toe, 2018).

En 2006, 169 épisodes de TIAC ont été notifiés au Maroc, engendrant un total de 1664 cas dont 590 hospitalisés et 8 décédés (taux de létalité de 0,48%). Sur les 1664 cas de TIAC enregistrés en 2006, 121 seulement ont été confirmés au laboratoire, révélant une contamination surtout d'origine bactérienne dont 61 cas dus à Salmonelles, soit 50,4%. Il est à noter également qu'au Maroc, entre 2008 et 2017, dans 80 % des cas, la recherche du germe responsable n'a pas pu être effectuée. Les germes identifiés dans 14% des cas sont les salmonelles (4%) les coliformes fécaux (2%) et le staphylocoque (2%). Par ailleurs, on trouve, dans 6 % des cas, des résultats négatifs (Figure 1) (Haour, 2018).

En 2016, les aliments les plus responsables de toxi-infections alimentaires à *Salmonella* sont les œufs et les produits à base d'œufs (mayonnaise, mousse au chocolat...) à hauteur de 20%, la viande avec 10% des cas et la viande de volaille pour 7% sur un total de 214 TIAC à *Salmonella* (confirmées et suspectées), (Santé Publique France, 2016)

Le consommateur tombe malade après ingestion d'œufs contaminés crus ou insuffisamment cuits. Les salmonelles sont capables de survivre à l'intérieur de l'œuf et sur la coquille. Il a été démontré qu'exposer une coquille d'œuf contaminée pendant 2 secondes à 100°C permet de réduire de manière significative le nombre de bactéries à la surface (Van lith *et al.*, 1995).

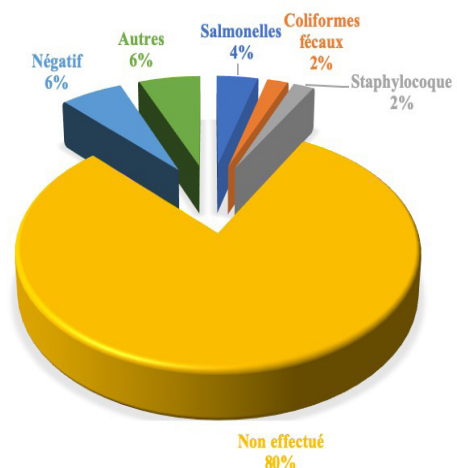


Figure 1: Répartition des TIAC en fonction du germe, Maroc 2008-2017

Si la viande de volailles peut être responsable de toxi-infections alimentaires, c'est dans des proportions beaucoup plus faibles que les œufs (7% des cas confirmés) car la viande est généralement consommée très cuite (Bornert, 2000). Il y a néanmoins un risque de contamination croisée des denrées. Les surfaces de travail de la cuisine peuvent contaminer d'autres denrées après que de la viande de volaille ait été déposée sur le plan de travail (Van lith *et al.*, 1995).

LA LUTTE CONTRE LES SALMONELLES

Les salmonelles, comme souligné précédemment, sont des pathogènes zoonotiques ubiquitaires, présents tout au long de la chaîne alimentaire, de l'élevage à l'assiette (de la fourche à la fourchette). De nombreux pays ont mis en place des plans de lutte contre ce pathogène, ciblant divers points du continuum de la chaîne alimentaire avec un certain succès (Edel, 1994; Wegener *et al.*, 2003; Gillespie et Elson, 2005; Rostagno *et al.*, 2005; Poirier et Watier, 2008) (Figure 2).

La réduction de la prévalence des salmonelles chez les volailles constitue le moyen le plus efficace pour réduire la contamination des denrées alimentaires incriminées et le nombre de cas humains de salmonellose. La lutte contre les salmonelles vise donc en premier lieu à réduire cette prévalence (Feuillet, 2007).

Les stratégies de maîtrise peuvent être différentes d'un pays à l'autre : l'Union Européenne se focalise sur les conditions de production et l'environnement alors que les États Unis se concentrent sur les produits transformés. D'autres combinent les deux types d'actions (Feuillet, 2007).

Élevage

Les mesures viseront à réduire le niveau de contamination des troupeaux, c'est-à-dire le portage de *Salmonella* par les animaux.

Cela peut reposer sur une démarche d'assainissement des élevages situés en amont des filières organisées, par l'abattage systématique des reproducteurs contaminés, afin de limiter la contamination verticale des filières (Wegener *et al.*, 2003). Au niveau des troupeaux de production, les mesures prises pourront concerner le contrôle de la contamination des aliments, la vaccination des troupeaux reproducteurs et des poules contre SE et ST qui a été à l'origine de la diminution des TIAC dues à SE et ST. (Denagamage *et al.*, 2007), le traitement spécifique des troupeaux contaminés (dirigés vers des filières de transformation différentes) éventuellement assorti à un prix indexé sur le niveau de contamination des troupeaux (Wegener *et al.*, 2003).

Et enfin une action sur tous les facteurs de risques à travers la mise en œuvre des mesures de biosécurité à des degrés divers pour minimiser les risques d'introduction des salmonelles dans les élevages à savoir (Feuillet, 2007):

- L'installation des unités dans des zones à faible concentration d'élevage;
- La mise en place des barrières sanitaires rigoureuses intégrant les aspects de conception des aménagements et des équipements, de protection, de nettoyage et de désinfection avec chaussures et vêtements dédiés pour chaque salle, protocoles de lavage des mains, séparation des secteurs propres/sales, traitement des aliments par la chaleur, analyse des aliments, contrôle sur le personnel et les visiteurs;
- Le contrôle des vermines: insectes, rongeurs, oiseaux et autres animaux sauvages.

Durant le transport

Les animaux ne doivent être chargés que dans des moyens de transport soigneusement nettoyés et désinfectés conformément à la réglementation. La remise en cause d'un nettoyage et d'une désinfection inefficace des caisses de transport a déjà été démontrée lors de précédentes études (Mead *et al.*, 1994; Jacobs-Reitsma et Bolder, 1998). Ainsi, l'étude de Corry *et al.*, (2002) a démontré une faible évidence entre la contamination des volailles et les caisses de transport dites «sales». Les sérovars identifiés après le nettoyage et la désinfection étaient généralement différents de ceux identifiés chez les lots de volailles ayant été transportés dans ces mêmes caisses. Cette différence peut s'expliquer par la contamination des caisses après le déchargement des volailles lors de leur trempage pour leur nettoyage ou par la présence de matières fécales résiduelles sur les caisses infectées par des lots transportés antérieurement (Isabelle, 2011).

Ainsi, le personnel de convoyage doit respecter les règles de protection sanitaire et doit être qualifié pour procéder au transport de ces dits-animaux.

Le transport à l'abattoir est également connu pour le stress qu'il peut provoquer chez les volailles (Burkholder *et al.*, 2008). De nombreux auteurs ont rapportés que le stress entraînait une perturbation des fonctions intestinales, pouvait diminuer la résistance de l'animal et augmenter la diffusion des bactéries intestinales (Mulder, 1995; Scherer *et al.*, 2008). Les lots ainsi porteurs seraient davantage sujets à excréter les salmonelles ainsi que les campylobacters (Mitchell et Kettlewell, 1994; Mulder, 1995; Rigby et Pettit, 1979; Slader, *et al.*, 2002) ont souligné que durant le transport à l'abattoir la prévalence des oiseaux positifs augmentait du fait de la contamination fécale des oiseaux via la peau et les plumes d'autres oiseaux contaminés. L'excrétion fécale durant le transport facilite les contaminations croisées entre les carcasses durant le «process», augmentant ainsi la contamination des produits finaux (McCrea *et al.*, 2006). Les auteurs ont suggéré qu'une faible prévalence à l'élevage et durant le transport était une stratégie importante pour diminuer le risque de contamination des produits alimentaires (Isabelle, 2011).

Abattoir

Durant l'abattage, plusieurs étapes peuvent être également des voies de contamination. On commence par la qualité des matières premières qui est primordiale. En effet, une intoxication alimentaire a pour origine la multiplication (ou la production de toxine) de micro-organismes pathogènes. Ces micro-organismes sont présents initialement dans les matières premières alimentaires ou apportées au cours des manipulations. Un approvisionnement en denrées indemnes de bactéries potentiellement responsables de toxi-infection alimentaire est donc un élément de sécurité très appréciable (Tellier, 2005).

Le long de la chaîne de l'abattage, la mise en œuvre du système HACCP permet de détecter et contrôler d'éventuelles contaminations en combinaison avec les bonnes pratiques d'hygiène (Edel, 1994). En ce qui concerne spécifiquement l'abattoir, agir au niveau de l'ordre d'abattage en traitant les animaux contaminés en dernier peut permettre de limiter les contaminations croisées (Wegener *et al.*, 2003). Celles-ci sont en effet imputables au transfert, via la chaîne, des

contaminants digestifs libérés lors de l'éviscération. La maîtrise de cette étape critique est donc essentielle (Lo Fo Wong *et al.*, 2002; Hald *et al.*, 1998). On peut noter ici que la traçabilité est un outil indispensable qui permet en cas de contamination d'un aliment de remonter aux matières premières incriminées et au producteur (Sofos, 2008).

ANTIBIO-RÉSISTANCE BACTÉRIENNE AUX ANTIBIOTIQUES

La résistance aux antibiotiques atteint désormais des niveaux dangereusement élevés dans toutes les régions du monde. Chaque année en France, 12 500 décès sont liés à une infection par une bactérie résistante aux antibiotiques, selon le rapport du comité interministériel de la santé en 2016 (Comité interministériel pour la santé, 2016). A l'échelle mondiale, les résistances microbiennes seraient actuellement responsables de 700 000 morts par an (OMS, 2018).

La résistance des salmonelles et la santé publique

Au Maroc et dans d'autres pays, des travaux ont été réalisés au fil des années afin de faire le point sur la résistance aux antibactériens des différentes souches de *Salmonella*. D'ailleurs, une étude a été réalisée durant la période (1996-1997) dans l'axe Rabat-Casablanca, où des souches de *Salmonella enteritidis* ont été isolées des œufs, de l'aliment et des fientes de poules pondeuses et dont la sensibilité aux différents agents antibactériens a été déterminée (Elared *et al.*, 2001). Le pourcentage des isolats résistants à au moins un antibiotique est relativement faible (10,52%). Un total de 1,75% d'isolats est résistants à un seul antibiotique, 5,26% des isolats sont résistants à 2 antibiotiques et 3,51% à 3 antibiotiques (Elared *et al.*, 2001). A l'opposé des résultats d'antiorésistance des souches de *Salmonella* spp. obtenus par (El Allaoui *et al.*, 2017) à la Province de Khémisset, qui ont montré que 93,5 % (58/62) des souches sont résistantes à au moins un antibiotique, alors que les souches multi-résistantes (résistantes à trois antibiotiques ou plus) constituent 80,6 % du total. Une autre étude menée sur les souches de *Salmonella* spp, a révélé que 92,7% des *Salmonella* isolées étaient résistantes à au moins un antibiotique et un pourcentage de 34,1% de multi-résistance des souches a été observé (Abba *et al.*, 2017). L'explication des taux élevés de la multi-résistance aux antibiotiques peut être lié au fait que toutes les souches incriminées proviennent de l'environnement où es antibiotiques sont d'un usage quotidien. En effet, (Novick, 1981) et (Nowroozi *et al.*, 2004) ont montré que l'utilisation anarchique des antibiotiques dans la production de volailles a intensifié l'émergence de bactéries multirésistantes.

Les fréquences de la résistance des isolats de *Salmonella enteritidis* vis-à-vis de chaque antibiotique testé sont relativement faibles pour la colistine (10,5%) et la gentamicine

(8,77%). L'association triméthoprim-sulfaméthoxazole correspond à un faible taux de résistance (3,51%). Le reste des antibiotiques testés s'est montré actif sur la totalité des souches étudiées (Elared *et al.*, 2001). Des résultats presque similaires ont été constatés dans l'étude menée par (El Allaoui *et al.*, 2017) qui ont montré des taux de résistance assez faible à l'association triméthoprim-sulfaméthoxazole (24,2 %), à la gentamicine (21 %) et également à la kanamycine (17,7 %) et à l'association de l'amoxicilline + acide clavulanique (16,1 %), relativement au taux des autres antibiotiques testés. A l'opposé de l'étude menée au Mali par (Satigui *et al.*, 2019), qui a permis d'établir un taux élevé de 94,2 % à la colistine, et un taux plus bas de 21,2 % à la gentamicine.

L'association triméthoprim-sulfaméthoxazole s'est avérée active sur la majorité des souches de *Salmonella* Enteritidis et la fréquence de résistance a été de 3,51% (Elared *et al.*, 2001). A l'opposé de l'étude menée par (Zhu *et al.*, 2017), qui a montré que les sérotypes prédominants *S. Typhimurium* (15,34%) et *S. enteritidis* (69,84%), ont un taux de résistance élevé à l'association triméthoprim-sulfaméthoxazole (48,1%) et d'autres auteurs ont montré également une grande résistance des salmonelles mineures à cette association d'antibiotiques (Nowroozi *et al.*, 2004; Benhassen *et al.*, 1993; Zouhdi *et al.*, 1995).

Les souches étudiées sont sensibles à la fluméquine, l'enrofloxacin, l'amoxicilline, la doxycycline, la ceftriaxone et le florphénicol (Elared *et al.*, 2001). L'activité des trois derniers antibiotiques est en concordance avec les études de Rouahi *et al.*, (1998). Ces auteurs ont utilisé la tétracycline au lieu de la doxycycline. En revanche, le taux de résistance à la tétracycline présenté par El Allaoui *et al.*, (2017) est d'un taux assez élevé de (79 %) et présenté aussi dans l'étude réalisée au Ghana par un taux élevé de la tétracycline (80,7%), (Andoh *et al.*, 2016). Pareil dans une étude menée au Tchad avec un taux de résistance de 51,22% à la tétracycline (Abba *et al.*, 2017). Les résultats de la sensibilité des mêmes souches face à l'amoxicilline et les céphalosporines de troisième génération sont similaires à ceux qui sont rapportés par (Cissé *et al.*, 1993; Elared *et al.*, 2001).

Il est à noter qu'il y a absence de résistance de *Salmonella enteritidis* aux fluméquines (quinolones de 1^{ère} génération) dans l'étude réalisée par (Elared *et al.*, 2001).

Cependant, les études épidémiologiques ont montré une émergence de la résistance des salmonelles aux quinolones au Maroc. D'ailleurs l'étude réalisée par (El Allaoui *et al.*, 2017), a révélé une résistance à l'acide nalidixique (quinolones de 1^{ère} génération) (37,1 %), et à la ciprofloxacine (Quinolones 2^{ème} génération), (33,9 %). Aussi l'étude réalisée par (Andoh *et al.*, 2016) au Ghana où une résistance importante aussi bien à l'acide nalidixique (89,5%) qu'à la ciprofloxacine (64,9%) a été trouvée, (Andoh *et al.*,



Figure 2: Divers points du continuum de la chaîne alimentaire pour la lutte contre les salmonelles

2016). Il est donc temps de donner plus d'importance à la sécurité alimentaire et de rationaliser l'emploi des fluoroquinolones en pratique vétérinaire et médicale, afin de limiter l'émergence des mutants résistants aux quinolones (El Allaoui *et al.*, 2017).

À l'issue de ces données bibliographiques, on constate l'émergence dans les unités avicoles et dans la chaîne alimentaire de souches *Salmonella* résistantes aux antibiotiques. Ce qui est considéré comme un problème intersectoriel. Les bactéries résistantes et les gènes de résistance aux antibiotiques peuvent facilement se propager à chaque étape de la chaîne de production alimentaire (FAO, 2015) et peuvent causer des infections chez l'homme (Chango *et al.*, 2015).

Ceci justifie une approche intersectorielle et interministérielle, selon le concept «Un Monde, Une Santé» («One World, One Health») (OIE, 2018) prônée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), afin de maîtriser l'expansion de l'antibiorésistance et de préserver les immenses bénéfices apportés à la médecine par les antibiotiques. Cette approche appliquée à la politique publique nationale s'inscrit nécessairement en étroite coordination avec les nombreuses instances internationales qui ont fait de la maîtrise de l'antibiorésistance une priorité de santé publique (Union européenne, G7 et G20, OMS, OIE).

Plan d'action de lutte contre l'antibiorésistance

Le développement de la résistance antimicrobienne à l'échelle mondiale a conduit l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2016), l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), et l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONU-FAO) à adopter une approche concertée en vue d'élaborer un plan mondial pour combattre la résistance aux antimicrobiens (Satigui *et al.*, 2019)

En général, la multirésistance aux antibiotiques est moins sévère chez *Salmonella* par rapport à d'autres bactéries chez la volaille tels que *E.coli* et *S. aureus*.

Au niveau mondial, il n'existe pas de plan uniquement dirigé vers la médecine animale. La problématique de la résistance d'origine animale est néanmoins prise en compte dans des plans combinant la médecine animale et humaine. Le 26 mai 2015, l'OMS a adopté un Plan d'action mondial pour lutter contre la résistance aux antibiotiques. Ce plan d'action mondial définit cinq objectifs stratégiques (OMS, 2015):

- Améliorer la sensibilisation et la compréhension du phénomène de résistance aux antimicrobiens;
- Renforcer la surveillance et la recherche;
- Réduire l'incidence des infections;
- Optimiser l'usage des agents antimicrobiens;
- Consentir des investissements durables pour combattre la résistance aux antimicrobiens.

Dans les pays développés, un large éventail de systèmes et de programmes pour surveiller l'utilisation d'antibiotiques, ainsi que l'antibiorésistance chez les animaux d'alimentation, les produits alimentaires et les humains ont été mis en œuvre. De telles initiatives ont entraîné une diminution substantielle de la consommation d'antibiotiques et des taux de résistance dans ces pays (Founou *et*

al., 2016). Contrairement aux pays développés, la majorité des pays en voie de développement ont des programmes ou des systèmes minimes ou inexistantes pour surveiller l'utilisation d'antibiotiques ou les antibiorésistances chez les animaux d'alimentation, les produits alimentaires et les humains. Leur véritable charge étant seulement partiellement documentée et dépendant de la prévalence à l'instant précis plutôt que des études à long terme. En outre, les antibiotiques sont largement utilisés dans l'agriculture pour la promotion de la croissance, et le risque d'antibiorésistance dans la chaîne alimentaire est encore négligé et sous-estimé (Van Boeckel *et al.*, 2014).

En aviculture il y a beaucoup de programmes nationaux. Aux États-Unis, des décisions ont été prises d'interdire plusieurs antibiotiques utilisés chez l'Homme dans les élevages avicoles de telle sorte qu'actuellement, 95% du poulet Produit aux USA est ABF (Antibiotic-Free).

CONCLUSION

Les salmonelles représentent un danger sanitaire zoonotique et constitue un problème de santé publique qui reste tout de même un sujet d'actualité. Elles sont parmi les premières causes de toxi-infections alimentaires collective, qui peuvent être considérées comme étant, une des causes principales de mortalité infantile dans les pays en voie de développement. Des mesures de lutte sont établies à travers des stratégies de maîtrise au niveau des différents pays de différentes façons mais qui restent insuffisantes.

En plus du problème de la résistance des salmonelles aux antibiotiques qui est également une menace croissante pour la santé publique dans le monde, vu qu'il compromet la prévention et le traitement efficace d'un nombre croissant d'infections dues à des bactéries. D'ailleurs, plusieurs agences nationales et internationales l'ont inscrit comme une priorité incontestable.

RÉFÉRENCES

- Abba H., Somda M., Barro N., Traore A. et Bebanto B., (2017). Prévalence et susceptibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella* spp. non typhiques isolées de la viande de poulets au Tchad. *Int. J. Biol. Chem.*, 107-117.
- Altekruse J., Koehler F., Hickman-brenner R. et Tauxe K. E. (1993). A comparison of *Salmonella enteritidis* phage types from egg-associated outbreaks and implicated laying flocks. *Epidemiol. Infect.*, 110: 17-22.
- Andoh L.A., Dalsgaard A., Obiri-danso K., Newman M. J., Barco I. et Olsen J. E. (2016). Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* serovars isolated from poultry in Ghana. *Epidemiol. Infect.*, Cambridge University Press, 1 - 12.
- ANSES (Juin 2011). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments/*Salmonella* spp..
- Olsen AR., Hammack TS. (2000). Isolation of *Salmonella* spp. from the housefly, *Musca domestica* L., and the dump fly, *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann) (Diptera: Muscidae), at caged-layer houses. *J. Food Protect.*, 63: 958-960.
- Bailey J., Cox N., Craven S. et Cosby, D. (2002). Serotype tracking of *Salmonella* through integrated broiler chicken operations. *J. Food Prot.*, 65: 742-745.
- Baird Parker A.C. (1990). Foodborne Salmonellosis. *Lancet*, 336: 1231-1235.
- Benhassen, A., Bejaoui, M., Lakhoua, M., Ben Redjeb, S. (1993). Profil épidémiologique de la résistance de 153 souches de *Salmonella* (*S. typhi* exclues) isolées en milieu pédiatrique tunisien de 1985 à 1990. *Pathol. Biol.*, 41: 706-712.

- Böhm R. (1993). Behavior of selected Salmonellae in the environment. 275.
- Bornert, G. (2000). Le poulet sans salmonelles: mythe ou réalité? *Revue Médecine Vétérinaire*, 151:1083-1094.
- Buisson, Y., Teyssou, R. (2002). Les toxi-infections alimentaires collectives. *Revue française des laboratoires*, 348: 61-66.
- Burkholder K., Thompson K., Einstein M.E., Applegate, T.J. (2008). Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to *Salmonella enteritidis* colonization in broilers. *Poultry Science*, 87: 1734-1741.
- Butaye P., Michael G., Schwarz S., Barrett T. J., Brisabois A., White D. (2006). The clonal spread of multidrug-resistant non-typhi *Salmonella* serotypes. *Microbes and Infection*, 8: 1891-1897.
- Carlier V., Lagrange P. (2001). *Salmonella*, service d'information alimentaire. HCS International. Paris, 84.
- CDC (2013). Incidence and trends of infection with pathogens transmitted commonly through food. Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 1996–2012 Weekly Report 62: 283–287.
- CDC (2015). Antibiotic Resistance Threats in the United States, Antibiotic/Antimicrobial Resistance, 2013. 114 p. <https://www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/index.html>.
- Chango Q., Wang W., Regev-Yochay G., W.P. (2015). Antibiotics in agriculture and the risk to human health: how worried should we be? *Evolutionary Applications*, 8: 240–247.
- Cogliani C., Goossens H., Greko C. (2011). Restricting antimicrobial use in food animals: Lessons from Europe, *Microbes* 6, 274–279.
- Collectif. (2008). Résistance des micro-organismes aux agents antibactériens. Paris, Le Manuel Vétérinaire Merck.
- Corry J.E.L., Allen V.M., Hudson W.R. (2002). Sources of salmonella on broiler carcasses during transportation and processing: modes of contamination and methods of control. *Journal of Applied Microbiology*, 92: 424-432.
- Couvallin, P. (2007), La résistance des bactéries aux antibiotiques : combinaisons de mécanismes biochimiques et génétiques. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 161: 7–12.
- Crump, J., Griffin P. et Angulo F. (2002). Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. *Clinical Infectious Diseases*, 35: 859-865.
- Crump J., Luby S., Mint E. (2004). the global burden of typhoid fever. *Bulletin of the World Health Organization*, 82:346–353.
- Dawoud T., Shi Z., Kwon Y., Ricke S. (2017). Overview of salmonellosis and food-borne *Salmonella*. in Ricke, S.C., Gast, R.K. Producing safe eggs. Elsevier. pp, 113-138.
- Delma G. (2010). Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives-données de déclaration obligatoire.
- Denagamage T., O'connor A. (2007). Efficacy of vaccination to reduce salmonella prevalence in live and slaughtered swine: a systematic review of literature from 1979 to 2007. *Foodborne Pathogens and Disease*, 4: 539-549.
- Dubos (2018). Freins et obstacles à l'application des réglementations sanitaires relatives à l'influenza aviaire et aux infections à *Salmonella* spp dans les élevages de volailles fermières du Rhone.
- ECDC (2016). Antibiotic resistance threats in the united states. www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013.
- Edel, W. (1994). *Salmonella enteritidis* eradication programme in poultry breeder flocks in the Netherlands. *International Journal of Food Microbiology*, 21:171-178.
- Ejidokun O.O., Killalea D., Cooper M., Holmyard S., Cross A., Kemp C. (2000). Four linked outbreaks of *Salmonella enteritidis* phage type 4 infection: the continuing egg threat. *Commun. Dis. Public Health*, 3: 95-100.
- El Allaoui A., Rhazi Filali F., Ameer N. (2017). Contamination des élevages de dinde de chair par *Salmonella* spp. au Maroc: prévalence, antibiorésistances et facteurs de risque associés. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 36: 935-946.
- Elared O., Amara A., Faid M., Alaoui M. et Tahri E. (2001), Antibiorésistance des souches de *Salmonella enteritidis* isolées dans la zone Rabat-Casablanca à partir de l'œuf de consommation, de l'aliment et des fientes de poules pondeuses. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*, 21:147-150.
- Elgroud (2009). Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques en élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine.
- FAO (2015). Status report on antimicrobial resistance, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Feuillet, L. (2007). Étude comparée des vaccins et des flores bactériennes dans la lutte contre les salmonelles en élevage de poules pondeuses. (Etude bibliographique) (Doctoral dissertation).
- Foley S.L., Nayak R., Hanning I.B. (2011). Population dynamics of *Salmonella enterica* serotypes in commercial egg and poultry production. *Applied Environmental Microbiology*, 77: 4273–4279.
- Founou L.L., Founou R.C., Essac K. (2016). Antibiotic resistance in the food chain: a developing country perspective. *Frontier in Microbiology*, 7:1881.
- Francart S., Protas J., L'hospitalier R., Salvat G., Colin P. (1993). Quelques facteurs influençant la prévalence de salmonella dans l'environnement de la filière ponte: une enquête épidémiologique dans 841 bâtiments. Paris: 8^{ème} colloque de la section microbiologie alimentaire de la société française de microbiologie, institut pasteur.
- Freny J. Grimont P.A.D., Grimont F. (1994). *Salmonella*. In manuel de bactériologie clinique, Vol. 2, Coll. Option bio., 1017-1037.
- Gillespie I., Elson R. (2005). Successful reduction of human *Salmonella enteritidis* infection in England and wales. Euro surveillance: bulletin européen sur les maladies transmissibles: *European Communicable Disease Bulletin*, 10.
- Gradel K.O., Rattenborg, E. (2003). A questionnaire-based, retrospective field study of persistence of *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* in Danish broiler houses. *Preventive Veterinary Medicine*, 56:267-284.
- Grimont P. A. D. (1992). Les marqueurs épidémiologiques des *Salmonella*. *Médecine et maladies infectieuses*, 22: 249-257.
- Grimont P.A.D. et Weill F-X. (2007). Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars. 9TH edition, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella.
- Guerin-Fauble V. (2010). Les mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques. Journées Nationales GTV, pp. 93-101). Paris: SNGTV.
- Gyles C.L. (2008). Antimicrobial resistance in selected bacteria from poultry. *Animal Health Review*, 9:149–158.
- Hald B., Olsen A., Madsen M. (1998). *Typhaea stercorea* (coleoptera: mycetophagidae), a carrier of *Salmonella enterica* serovar infantis in a danish broiler house. *J. Econ. Entomol.*, 91: 660-664.
- henchion M., mccarthy M., resconi V.C. (2014), meat consumption: trends and quality matters. *meat science*, 98, 561–568.
- Hennessy T.W., Hedberg C.W., Slutsker L., White K.E., Besserwick J.M., Moen M.E., Osterholm M.T. (1996). A national outbreak of *Salmonella enteritidis* infections from ice cream: The investigation team. *N. Engl. J. Med.*, 334: 1281-1286.
- Henzler D., Ebel E., Sanders J., Kradel D. (1994). *Salmonella enteritidis* in eggs from commercial chicken layer flocks implicated in human outbreaks. *Avian Dis.*, 38: 37-43.
- Hnich, H. (2017). La résistance bactérienne: mécanismes et méthodes de détection au laboratoire (Doctoral dissertation, Thèse doctorat en médecine. Fès, université Sidi Mohamed Ben Abdellah faculté de médecine et de pharmacie de Fès).
- Humphrey T. (2000). Public health aspects of salmonella infection, in C. Wray and A. Wray (eds.), *Salmonella in domestic animals*. Cabi publishing, wallingford, 245–262.

- Hur J., Jawale C., Lee J.H. (2012). Antimicrobial resistance of salmonella isolated from food animals. *Food Res. Int.*, 45: 819–830.
- ICMSF (1996). International commission on microbiological specifications for foods: salmonellae. Microorganisms in foods. 5. Microbiological specifications of food pathogens. Blackie academic and professional edition, 217-264.
- Van Immerseel F., de Buck J., Boyen F., Pasmans F., Bertrand S., Collard J.M., Saegerman C., Hooyberchs J., Haesebrouck F. et Ducatelle R. (2005). *Salmonella* dans la viande de volaille et dans les œufs: Un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *Ann. Méd. Vét.*, 149:34-48.
- Isabelle (2011). Épidémiologie analytique de *Salmonella* subsp. *enterica* et de *Campylobacter* spp. dans les élevages de poulets de chair à la Réunion. Investigation des sources infectieuses de *Salmonella* subsp. *enterica* de la production à la transformation. (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).
- Jacobs-Reitsma W. et Bolder N. (1998). The role of transport crates in *Campylobacter* contamination of broilers. *Campylobacter, Helicobacter & related organisms*. Institute of Child Health, Cape Town, South Africa, 379-80.
- Julie D. (2010). Attribution des cas de salmonelloses humaines aux différentes filières de production animale en France. Adaptabilité et robustesse du modèle bayésien d'attribution par typage microbiologique. (Doctoral dissertation, Agrocampus-Ecole nationale supérieure d'agronomie de Rennes).
- Kassimi (2015). Antibiorésistance des salmonelles d'origine alimentaire et environnementale reçus à l'INH entre 2006 et 2014.
- Kimura A., Reddy V., Marcus R., Cieslak P., Mohle-Boetani, Kassenborg H.D., Swerdlow D.L. (2004). Chicken consumption is a newly identified risk factor for sporadic *Salmonella enterica* serotype Enteritidis infections in the United States: a case control study in FoodNet sites. *Clin. Infect. Dis.*, 38: 244-252.
- Kinde H., Read D.H., Ardans A., Breitmeyer R.E., Willoughby D., Little H.E., Nagaraja, K.V. (1996). Sewage effluent: likely source of *Salmonella enteritidis*, phage type 4 infection in a commercial chicken layer flock in southern California. *Avian Diseases*, 40: 665-671.
- Koffi, A.R. (2015), évaluation de la sécurité sanitaire à salmonella dans la filière avicole et de l'implication de souches aviaires dans les diarrhées humaines à Abidjan, côte d'ivoire. (Doctoral dissertation, Université Nangui Abrogoua).
- Korsak, N., Clinquart, A., Daube, G. (2004). *Salmonella* spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale: un réel problème de santé publique. *Ann. Méd. Vét.*, 148: 174-193.
- Lahellec C. et Meurier C. (1973). Influence de l'utilisation d'un système d'échaudage sur la pollution superficielle des carcasses de volailles. *Bulletin d'information de la Station Avicole de Ploufragan*, 13:47-59.
- Le Boucher G., Cohen-Maurel E. (1997). Salmonelles: La prévention concerne toute la filière. *Filières avicoles*, 577:18-21.
- Le Minor L. (1992). Taxonomie et nomenclature des *Salmonella*. *Med. Mal. Infect.*, 22: 246-248.
- Le Minor L., Popoff M. (1987). Designation of *Salmonella enterica* sp. nov. as the type and the only species of the genus *Salmonella*. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 37: 465-468.
- Liebana E., Larcia-Migura L., Clouting C., Clifton-Hadley F., breslin M., Davies R. (2003). Molecular fingerprinting evidence of the contribution of wildlife vectors in the maintenance of *Salmonella* Enteritidis infection in layer farms. *J. Appl. Micro.*, 94:1024-1029.
- Livermore D. (2003). Bacterial Resistance: Origins, Epidemiology, and Impact: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America. *Clin. Infect. Dis.*, 36: 11–23.
- Lo Fo Wong, D., Hald, T. (2002). Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and pork. *Livestock Production Science*, 76: 215-222.
- St louis M.E., Morse D.L., Potter M.E., Demelfi T.M., Guzewish J.J., Tauxe R.Y., Blake P.A. (1988). The emergence of grade A eggs as a major source of *Salmonella enteritidis* infections: new implications for the control of salmonellosis. *J. Am. Med. Assoc.*, 259: 2103-2107.
- McCrea B., Tonooka K., Vanworth C., Boggs C., Atwill R., Schrader, J. (2006). Prevalence of *Campylobacter* and *Salmonella* species on farm, after transport, and at processing in specialty market poultry. *Poultry Science*, 85: 136-143.
- Mead G., Hudson W., Hinton M. (1994). Use of a Marker Organism in Poultry Processing to Identify Sites of Cross-Contamination and Evaluate Possible Control Measures. *British Poultry Science*, 35: 345-354.
- Meerburg B.G., Kijlstra A. (2007). Role of rodents in transmission of *Salmonella* and *Campylobacter*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2774-2781.
- Mikolajczyk A., Radkowski M. (2001). Contamination of *Salmonella* spp. in slaughter chickens. *Med. Veter.*, 57: 745-747.
- Mitchell M., Kettlewell P. (1994). Road transportation of broiler-chickens - induction of physiological stress. *World's Poultry Science Journal*, 50: 57-59.
- Mulder R. (1995). Impact of transport and related stresses on the incidence and extent of human pathogens in pigmeat and poultry. *Journal of Food Safety*, 15: 239-246.
- Nayak R., Stewart T., Wang R.F. (2004). Genetic diversity and virulence gene determinants of antibiotic-resistant *Salmonella* isolated from preharvest turkey production sources. *International Journal of Food Microbiology*, 91: 51-62.
- Newell D.G., Koopmans M., Verhoef L., Duizer E., Aidara-Kane A., Sprong H., Opsteegh M., Langelaar M., Threlfall J., Scheutz F., (2010). Food-borne diseases—the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. *Int. J. Food Microbiol.*, 139: S3–S15.
- Novick R. (1981). The development and spread of antibiotic-resistant bacteria as a consequence of feeding antibiotics to livestock. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 368: 23–60.
- Nowroozi J., Mirzaei M., Norouzi M. (2004). Study of *Lactobacillus* as probiotic bacteria. *Iran. J. Public Health*, 33: 1–7.
- O'Neill J. (2017). Tackling a global health crisis: initial steps. www.amr-review.org
- OIE (2019). One world, one health: OIE - World Organisation for Animal Health. www.oie.int/en/for-the-media/editorials/detail/article/one-world-one-health/
- Olsen A.R., Hammack T.S. (2000). Isolation of *Salmonella* spp. from the housefly, *Musca domestica* L., and the dump fly, *Hydrotaea aenescens* (wiedemann) (diptera: muscidae), at caged-layer houses. *J. Food Protect.*, 63: 958-960.
- OMS (2015). Antimicrobial resistance: global report on surveillance. World Health Organization, Geneva, Switzerland. <http://www.who.int/drugresistance/documents/surveillance-report/en>.
- OMS (2015). Maladies d'origine alimentaire: près d'un tiers des décès surviennent chez les enfants de moins de 5 ans.
- OMS (2016). Antimicrobial resistance. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>
- OMS (2018). Réduction de la consommation inutile d'antibiotiques: la France encore très loin du compte. Semaine mondiale du bon usage des antibiotiques.
- OMS (2019). Un plan d'action mondial pour combattre la résistance aux antimicrobiens. <http://www.who.int/antimicrobial-resistance/global-action-plan/fr/>
- Parry S.M., Palmer S.R., Slader J., Humphrey T. (2002). Risk factors for salmonella food poisoning in the domestic kitchen: a case control study. *Epidemiol. Infect.*, 129: 277-285.
- Pedro, A. N., Szyfrés B. (1989). *Salmonella*. Dans zoonoses des maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. OIE. 2^{ème} ed., Paris, France, 156-164.

- Plummer R., Blissett S., Dodd C. (1995). *Salmonella* contamination of retail chicken products sold in the UK. *J. Food Protect.*, 58: 843-846.
- Poirier E., Watier L. (2008). Evaluation of the impact on human salmonellosis of control measures targeted to *Salmonella enteritidis* and *typhimurium* in poultry breeding using time-series analysis and intervention models in France. *Epidemiol. Infect.*, 136: 1217-1224.
- Poppe C. (2000). *Salmonella* infections in the domestic fowl. *Salmonella* in domestic animals, 107-132.
- Reiter M., Fiorese M., Morett G., Lopez M. et Jordano, R. (2007). Prevalence of *Salmonella* in a poultry slaughterhouse. *Journal of Food Protection*, 70: 1723-1725.
- Rigby C., Pettit J. (1979). Effect of transport stress on *Salmonella typhimurium* carriage by broiler-chickens. *Canadian Journal of Public Health*, 70:61-61.
- Riggi A. (1999). Contribution à l'étude de l'efficacité d'une flore de barrière indéfinie contre la colonisation intestinale par les salmonelles en poulet de chair. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, ENV Alfort, Paris.
- Rostagno M., Wesley I. E. (2006). *Salmonella* prevalence in market-age turkeys on farm and at slaughter. *Poultry Science*, 85:1838-1842.
- Rostagno M.H., Hurd H.S. (2005). Resting pigs on transport trailers as an intervention strategy to reduce *Salmonella enterica* prevalence at slaughter. *Journal of Food Protection*, 68: 1720-1723.
- Santé Publique F. (2016). Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives. Données de la déclaration obligatoire, 1-11.
- Sidibé S., Traoré A. B., Koné Y. S., Fané A., Coulibaly K. W., Doumbia A. B., Traoré, O. (2019). Antibiorésistance des souches de *Salmonella gallinarum* isolées en aviculture moderne en zones périurbaines au Mali. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 72: 167-171.
- Scherer K., Szabo I., Rosler U., Appel B., Hensel A., Nockler K. (2008). Time course of infection with *Salmonella typhimurium* and its influence on fecal shedding, distribution in inner organs, and antibody response in fattening pigs. *Journal of Food Protection*, 71: 699-705.
- Scott G. (2009), antibiotic resistance. *Medicine*, 37: 551-556.
- Shackelford A. (1988). Modification of processing methods to control salmonella in poultry. *Poultry Science*, 67: 933-935.
- Skov M., Spencer A., Hald B., Petersen L., Nauerby B., Carstensen B., Madsen M. (2004). The role of litter beetles as potential reservoir for *Salmonella enterica* and thermophilic *Campylobacter* spp. between broiler flocks. *Avian Dis.*, 48: 9-18.
- Slader J., Domingue G., Jorgensen F., Mcalpine K., Owen R., Bolton F., Humphrey T. (2002). Impact of transport crate reuse and of catching and processing on *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 713-719.
- Sofos J. (2008). Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat Science*, 78: 3-13.
- Louis M. E. S., Morse D. L., Potter M. E., DeMelfi T. M., Guzewich J. J., Tauxe R. V., Hargrett-Bean N. (1988). The emergence of grade A eggs as a major source of *Salmonella enteritidis* infections: new implications for the control of salmonellosis. *Jama*, 259: 2103-2107.
- Zishiri O. T., Mkhize N., Mukaratirwa S. (2016). Prevalence of virulence and antimicrobial resistance genes in *Salmonella* spp. isolated from commercial chickens and human clinical isolates from South Africa and Brazil. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 83: 1-11.
- Tellier, E. (2005). Sécurité sanitaire des aliments: Les toxi-infections alimentaires à Salmonelles. Université de Nantes. 110p.
- Telzak E. E., Budnick L. D., Greenberg M. S. Z., Blum S., Shayegani M., Benson, C. E., Schultz S. (1990). A nosocomial outbreak of *Salmonella enteritidis* infection due to the consumption of raw eggs. *New England Journal of Medicine*, 323: 394-397.
- Toe E. (2018). Évaluation des facteurs de risques de bio contamination par *Salmonella* et *Escherichia coli* virulents de la chaîne alimentaire des légumes à Abidjan (Côte d'Ivoire) (Doctoral dissertation, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire).
- Van Boeckel T. P., Gandra S., Ashok A., Caudron Q., Grenfell B. T., Levin S. A., Laxminarayan R. (2014). Global antibiotic consumption 2000 to 2010: an analysis of national pharmaceutical sales data. *The Lancet infectious diseases*, 14: 742-750.
- Van Immerseel F., De Buck J., Boyen F., Pasmans F., Bertrand S., Collard J. M., Ducatelle R. (2005). *Salmonella* dans la viande et dans les oeufs: un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 149:34-48).
- Van Lith L. T., Putirulan F. F., Mulder, R. W. (1995). Pasteurization of table eggs to eliminate salmonellae. *Archiv. für Geflügelkunde*, 59:157-160.
- Villate D. (2001). Maladies des volailles. 2^{ème} Édition. Paris: France Agricole.
- Wegener H. C., Hald T., Wong L. F., Madsen M., Korsgaard H., Bager F., Mølbak K. (2003). *Salmonella* control programs in Denmark. *Emerging Infectious Diseases*, 9:774-780.
- Wray C., Davies R. H. (1997). Reflections on the epidemiology of *Salmonella*: a challenge for disease control. In International Symposium *Salmonella* and Salmonellosis, Ploufragan, Frankreich, Vol. 20, p. 22.
- Wright G. (2005). Bacterial resistance to antibiotics: enzymatic degradation and modification. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 57:1451-1470.
- Zhu Y., Lai H., Zou L., Yin S., Wang C., Han X., Liu S. (2017). Antimicrobial resistance and resistance genes in *Salmonella* strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China. *International Journal of Food Microbiology*, 259: 43-51.
- Zouhdi M., Benouda A., Alaoui M., Hassar M. (1995). Sensibilité à 10 antibiotiques des *Salmonella* mineures au Maroc entre 1980-1991. *Rev. Maroc. Biol. Infect.*, 2: 25-30.