



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida



Université Saad  
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Revue bibliographique sur les Salmonelloses aviaires**

Présenté par :

**BENABBES Hani**

Devant le jury :

<b>Président(e) :</b>	HAMMAMI. N	MCA	ISV Blida
<b>Examineur :</b>	DAHMANI. H	MCA	ISV Blida
<b>Promotrice :</b>	YOUSFI. S	MCA	ISV Blida

**Année universitaire : 2021 / 2022**

# Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir aidé et de m'avoir donné la foi et la force pour achever ce modeste travail.

J'exprime ma profonde gratitude à ma promotrice **Dr YOUSFI S.** de m'avoir encadré avec sa franche cordialité spontanée, je la remercie pour sa patience et sa gentillesse, pour ses conseils et ses orientations clairvoyantes qui m'ont guidé dans la réalisation de ce travail.

Chaleureux remerciement.

Je remercie :

**Dr HAMMAMI N.** de m'avoir fait l'honneur de présider mon travail.

**Dr DAHMANI H.** d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner mon projet.

Je saisis cette occasion pour exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble des enseignants de l'Institut des Sciences Vétérinaires de Blida.

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

## **DEDICACES**

### ***A mon très cher père AHMED***

*Qui as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

### ***A ma très chère mère BOUZAHER MARIAMA***

*Qui n'a jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*Ce travaille le fruit des sacrifices que vous avez consentis pour Mon éducation et ma formation que dieu vous garde et vous protège.*

*Je vous aime.*

*« Le contentement de Dieu se trouve dans le contentement des parents ».*

### ***A mes chères sœurs FARAH, MARAH, NOOR.***

*Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments d'amour et de tendresse envers vous. Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais. Je vous souhaite la réussite dans votre vie, avec tout le bonheur qu'il faut pour vous combler.*

### ***Et à mes amis***

***Abbas Aya, Kaci Ahmed, Ales Mohamed, et Achour Aymen, Zebbar Maha, Djouher, Imène, Reyane, Islam,***

*Qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

### ***Et sans oublier mes chats adorés***

*Et à tous les gens qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire ou qui m'ont soutenu dans mon parcours*

## Résumé

Les animaux représentent un énorme réservoir de Salmonelles et les salmonelloses aviaires n'en représentent qu'une partie. L'importance de cette maladie ne cesse de progresser depuis des années. Après avoir été confronté à un accroissement en fréquence et en sévérité des salmonelloses cliniques chez la volaille, les vétérinaires doivent faire face à des foyers de salmonelloses aiguës touchant le poulet sur plusieurs formes salmonelliques graves, contagieuses et mortelles en l'absence de traitement antibiotique raisonné. En plus, l'émergence des toxi-infections alimentaires associées à la transmission verticale des *Salmonella* dans les élevages et les œufs entraîne un regain d'intérêt pour ces bactéries vu le danger qu'elles représentent pour la santé publique.

A la lumière de ces données, apparaît notre Projet de Fin d'Etude présenté en vue de l'obtention de Diplôme de Docteur Vétérinaire, c'est une approche bibliographique concernant différentes caractéristiques de la bactérie ainsi que différents aspects de la maladie.

**Mots clé:** Salmonella, volaille, œuf, santé public

## **Abstract**

Animals represent a huge reservoir of Salmonella and avian Salmonellosis is only a part of it. The importance of this disease has been increasing for years. After having been confronted with an increase in frequency and severity of clinical salmonellosis in poultry, veterinarians are now faced with outbreaks of acute salmonellosis affecting chicken in several severe, contagious and fatal forms in the absence of rational antibiotic treatment. In addition, the emergence of food-borne diseases associated with the vertical transmission of Salmonella in farms and eggs has led to a renewed interest in these bacteria because of the danger they represent for public health.

In the light of these data, appears our Project of End of Study presented in view of obtaining the Diploma of Veterinary Doctor, it is a bibliographical approach concerning various characteristics of the bacteria as well as various aspects of the disease.

**Key words:** Salmonella, poultry, egg, public health.

## ملخص

تمثل الحيوانات خزائنًا ضخمة من السالمونيلا وداء السلمونيلات الطيري ما هو إلا جزء منه. تتزايد أهمية هذا المرض بشكل مفرط لسنوات. بعد مواجهة الزيادة في تواتر وشدة داء السلمونيلا السريري في الدواجن ، يجب على الأطباء البيطريين التعامل مع تفشي داء السلمونيلات الحاد الذي يصيب الدجاج على عدة أشكال خطيرة ومعدية ومميتة من السالمونيلا في غياب العلاج بالمضادات الحيوية. بالإضافة إلى ذلك ، فإن ظهور التسمم الغذائي المرتبط بالانتقال الرأسي للسالمونيلا في المزارع والبيض يؤدي إلى تجديد الاهتمام بهذه البكتيريا نظرًا لما تمثله من خطر على الصحة العامة.

في ضوء هذه البيانات ، يظهر مشروع نهاية الدراسة الخاص بنا بهدف الحصول على دبلوم الطبيب البيطري ، وهو عبارة عن نهج بليوغرافي يتعلق بالخصائص المختلفة للبكتيريا وكذلك الجوانب المختلفة للمرض.

**الكلمات المفتاحية:** السالمونيلا ، الدواجن ، البيض ، الصحة العامة

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Chapitre I : Généralités sur le genre salmonella.....</b>	<b>2</b>
1.1	Historique .....	2
1.2	Taxonomie et nomenclature.....	3
1.3	Habitat.....	5
1.4	Spécificité à l'hôte .....	5
1.5	Caractères cultureux.....	6
1.6	Caractères biochimiques .....	8
1.7	Caractères antigéniques .....	10
1.8	Facteur de virulence .....	11
1.9	Résistance aux antibiotiques .....	12
<b>2</b>	<b>Chapitre II : Les salmonelloses aviaires .....</b>	<b>14</b>
2.1	PULLOROSE ET TYPHOSE.....	14
2.1.1	Définition .....	14
2.1.2	Etiologie.....	14
2.1.3	Epidémiologie .....	14
2.1.4	Symptômes .....	15
2.1.5	Lésions .....	19
2.1.6	Diagnostic .....	24
2.1.7	Traitement .....	26
2.1.8	prophylaxies.....	28
2.2	PARATYPHOSE .....	33
2.2.1	Définition .....	33
2.2.2	Etiologie .....	34
2.2.3	Epidémiologie .....	36

<b>2.2.4</b>	<b>Symptômes .....</b>	<b>36</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Lésions .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Diagnostic .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Prophylaxie .....</b>	<b>41</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Caractéristiques générales des antérobactériaceae( <b>Pivnick et al., 1982</b> ) .....	8
<b>Tableau 2</b> : Caractéristique biochimique communes aux salmonelles ( <b>Pilet et al., 1987</b> ).....	9
<b>Tableau 3</b> :Tableau lésionnel de la pullorose( <b>LEZZAR., 2017</b> ) .....	20
<b>Tableau 4</b> :Tableau lésionnel de la typhose( <b>LEZZAR., 2017</b> ) .....	22

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Salmonella typhimurium " en rouge " sur une culture de cellules humaine( <b>Madigan et al., 2007</b> ).....	3
<b>Figure 2:</b> Nombre de sèrovars identifiés dans chaque espèce et sous-espèce de la salmonella ( <b>Langridge et al., 2005</b> ).....	4
<b>Figure 3 :</b> colonies de salmonella sur milieu de Wilson et blair( <a href="https://hardydiagnostics.com/">https://hardydiagnostics.com/</a> ) .....	6
<b>Figure 4 :</b> S. paratyphique B dans le milieu au sulfite de bismuth de Wilson et Blair, 18heure à 37°C, lumière réfléchie x6 ( <a href="https://hardydiagnostics.com/">https://hardydiagnostics.com/</a> ).....	7
<b>Figure 5 :</b> Colonies de S.Typhimuruim observées en éclairage sur gélose de Leifson au désoxychloate citrate, 18 heures à 37°C , x6 ( <a href="https://hardydiagnostics.com/">https://hardydiagnostics.com/</a> ) .....	7
<b>Figure 6 :</b> Colonies de S. Arizonae sur gélose de Leifston au désoxycholate citrate, 18heures à 37°C, x6 ( <a href="https://hardydiagnostics.com/">https://hardydiagnostics.com/</a> ) .....	8
<b>Figure 7 :</b> Les facteurs de virulence de salmonella ( <b>Madigan et al., 2007</b> ).....	11
<b>Figure 8 :</b> Pullorose (Poussin). L'œdème de l'articulation tibio- tarsienne est un signe clinique fréquent lors de pullorose ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	16
<b>Figure 9 :</b> Pullorose (Poussin). Atteinte unilatérale de l'articulation podale fortement œdématiée ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	16
<b>Figure 10 :</b> Typhose chronique dans un troupeau de reproductrices. Chez ces reproductrices issues d'un même troupeau touché par une forme chronique de typhose, une anémie intense s'accompagne d'une pâleur de la crête et des barbillons ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	18
<b>Figure 11 :</b> La chute de ponte observée est associée à des anomalies des œufs ( <b>shivaprasad, 1992</b> ) .....	18
<b>Figure 12 :</b> Foie hypertrophié et la couleur vert bronze lors de la pullorose ( <b>shivaprasad, 1992</b> ) .....	20
<b>Figure 13 :</b> Typhose (Poule adulte). Ovaire avec de nombreux follicules difformes, nodulaires et atrésiques ( <b>shivaprasad, 1992</b> ) .....	21
<b>Figure 14 :</b> Typhose chronique. Follicules ovariens dégénératifs rattachés par un pédoncule à l'ovaire et présentant un aspect « cuit » ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	22
<b>Figure 15 :</b> Typhose aiguë. Important exsudat fibrineux jaune diffus dans le péritoine et sur la capsule du foie gauche ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	22

<b>Figure 16</b> :Typhose aiguë. La rate est 2 à 3 fois plus grande, parfois avec des nodules gris-blanchâtre proéminents( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	23
<b>Figure 17</b> :Typhose aiguë. Poumons présentant une couleur caractéristique brune et des foyers de nécrose formant des nodules d'aspect tumoral ( <b>Lecoanet, 1992</b> ).....	23
<b>Figure 18</b> :L'ovaire présente plusieurs follicules dégénérés ( <b>Lecoanet,1992</b> ) .....	24
<b>Figure 19</b> : Salmonella GalerieAPI20 <sup>E</sup> ( <b>Sutraet al.,1998</b> ).....	26
<b>Figure 20</b> :Les poussins présentent une somnolence, les yeux fermés, les plumes ébouriffées et se regroupent près des sources de chaleur ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	37
<b>Figure 21</b> :Paratyphose due à S. Enteritidis (Poule) ( <b>shivaprasad, 1992</b> ) .....	38
<b>Figure 22</b> :Le foie peut présenter une hypertrophie et des foyers de nécrose blanchâtres ( <b>shivaprasad, 1992</b> ).....	38
<b>Figure 23</b> :Vésicule biliaire du poulet présentant une cholécystite ulcéralive due S. Typhimurium (Poule) ( <b>shivaprasad, 1992</b> ) .....	39

## Liste des abréviations

**TIAC** : toxi-infections alimentaires collectives.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**LPS** : lipopolysaccharide

**TTSS** : Type III secretion system

**SPI** : Salmonella pathogénicité Island

**PT** : phage type

**SST-3** : système de sécrétion de type III

# Introduction

---

Les salmonelloses sont des zoonoses qui posent parfois des problèmes pathologiques en aviculture, mais la préoccupation primordiale reste la sante publique, de par leur implication dans les toxi-infections alimentaires collectives, donc les produits issus de la filière avicole représentent un risque de contamination non négligeable en Algérie, vu le retard technologique considérable, et les défaillances existantes sur le plan sanitaire et des conditions d'élevage en générale et surtout l'hygiène des bâtiments **(Kaci et al., 2001)**.

Parmi les sources de contamination identifiées, la principale cause est l'ingestion d'aliments contaminés, en particulier l'eau, le lait cru ou la viande insuffisamment cuite (Kimura et al, 2004) et les contaminations qui en résultent. La viande de volaille apparait comme un agent important de la transmission car elle est incriminée dans la plupart des cas humains de salmonelloses **(Davies et al., 2001)**.

L'objectif principal de cette revue bibliographique est d'avoir une meilleure vision et améliorer les connaissances sur le genre salmonelle, et du rôle important des volailles en tant que moyen de transmission.

## 1 Chapitre I : Généralités sur le genre salmonella

### 1.1 Historique :

En 1820, Bretonneau montra la contagiosité de la fièvre typhoïde qu'il appelait alors dothiéntérite ;

En 1880 Eberth observa le premier le bacille dans les organes d'un malade mort de typhoïde ;

En 1884 que Gaaffky en réussit la culture mais à cette période les caractères permettant le diagnostic différentiel avec d'autres bacilles étaient peu nombreux et ces observations étaient mises en doute jusqu'à ce que Pfeiffer et Kolle d'une part, Gruber et Durham d'autre part 1896 montrèrent que le sérum d'un animal immunisé par une culture de bacille typhique acquérait des propriétés agglutinantes pour celle-ci ; La même année Widal à Paris et Grunbaum à Londres trouve retint dépendamment que les sérums de malades atteints de fièvre typhoïde agglutinaient les cultures de bacilles typhiques. Le sérodiagnostic, découvert à propos de la fièvre typhoïde, fut ensuite appliqué à de nombreuses maladies infectieuses (**Brown, 1935**).

Le nom de salmonella a été donné par Lignés (1900) à ce groupe bactérien, Ce nom fut choisi en l'honneur de Salmon dont la contribution à l'étude de ces bactéries fut mineure : avec Smith (1885), il isola à l'état unis de porcs atteints de « Hogcholera » la bactérie qui porte maintenant le nom de salmonella cholerasuis, et lui attribua à tort le rôle étiologique de cette maladie virale (**Borner, 2000**).

En 1930, Kaufmann et White développèrent une classification des bactéries voisines du bacille d'Eberth sur l'identification de leurs antigènes ;

En 1939, Reilly montra le rôle du système neuro-végétatif dans la pathogénie de la typhoïde ;

Dans la fin des années 80, la proportion des TIAC à salmonella a fortement augmenté (passant de 30 à 70% des TIAC déclarées) (**Borner, 2000**).

Ceci en relation épidémiologique directe avec la diffusion du sérovar Enteritidis dans les élevages de volailles et son apparition comme nouvelle contamination majeure de consommation (**Brown, 1935**).



**Figure 1:** *Salmonella typhimurium* " en rouge " sur une culture de cellules humaine (**Madigan et al., 2007**).

### 1.2 Taxonomie et nomenclature :

Le genre *Salmonella* est un membre de la famille des Enterobacteriaceae, il comprend deux espèces :

- *S. bongori*
  - *S. enterica*.
- 
- ***S. 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 (**Fookes et al., 2002**).
  - ***S. 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 : *S. enterica* subsp. *Enterica*, *S. enterica* subsp. *salamae*, *S. enterica* subsp. *arizonae*, *S. enterica* subsp. *diarizonae*, *S. enterica* subsp. *houtenae* et *S. enterica* subsp. *Indica*;

Nous nous attarderons sur *Salmonella enterica* subsp *enterica* qui est la sous-espèce impliquée dans 98% des cas de gastroentérites humaines causées par *Salmonella* (**CDC, 2011**).

Les salmonelles se divisent en multiples sérovars selon le schéma de "White-Kauffman-Le Minor" et le nombre continue d'augmenter avec le temps ; Par conséquent, pour limiter les erreurs et éviter toute confusion seul le Centre Collaborateur de l'OMS de Référence et de

# Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

Recherche sur les Salmonella au mandat de valider les nouveaux sérovars (Grimont *et al.*, 2007).

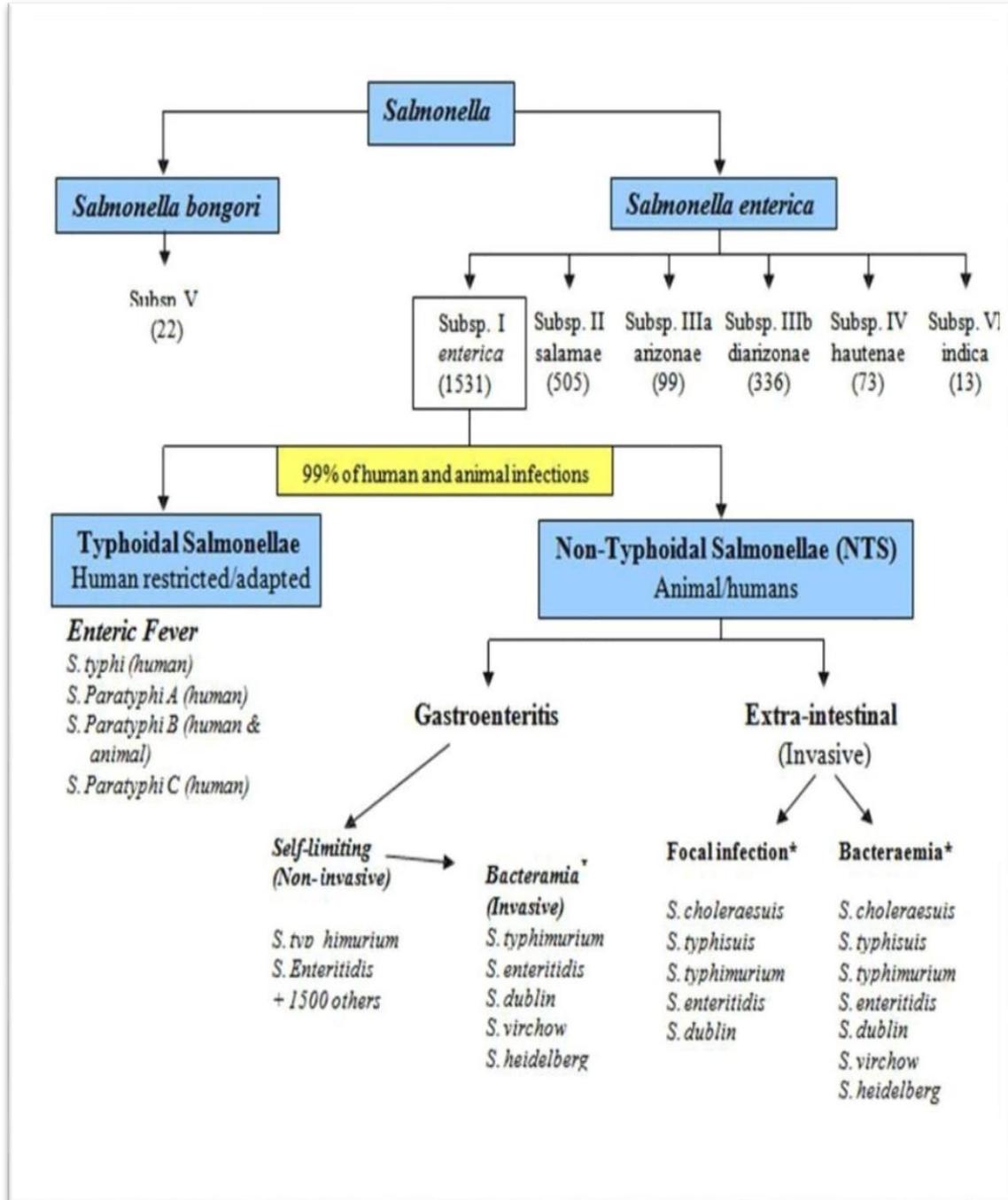


Figure 2: Nombre de sérovars identifiés dans chaque espèce et sous-espèce de la salmonella (Langridge *et al.*, 2005).

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

---

### 1.3 Habitat :

Le réservoir des salmonelles est très large ; elles se retrouvent aussi bien chez les animaux à sang chaud, malades ou porteurs sains (oiseaux, mammifères dont l'homme et les rongeurs), que chez les animaux à sang froid (reptiles, poissons et insectes) (**Humbert, 2005**).

Les salmonelles possèdent deux caractéristiques qui expliquent probablement leur très large distribution :

- La diversité des animaux susceptibles de les héberger ;
- La capacité de survie des salmonelles dans leur environnement (**Gledel et al., 1995**).

Plusieurs animaux sont capables d'héberger les salmonelles tel que les mammifères, oiseaux, reptiles, poisson) et même les insectes, on peut les trouver aussi en milieu extérieur (eaux, terre, aliments destinés aux animaux ou à l'homme) provenant essentiellement d'une contamination fécale, peuvent persister et s'y multiplier si les conditions sont favorables (**Lebrazi, 2011**).

Salmonella possède une grande capacité de survie dans l'environnement, en particulier dans les eaux résiduaires, charges en matières organiques dans les boues issues des stations d'épuration (**Sahlstrom et al., 2006**).

Sur les terres agricoles, dans les fientes sèches de volailles dans le duvet de couvoirs et sur des carcasses de poulets congelé (**Oliver et al., 2005**).

Une importante diffusion et un pouvoir de contamination en particulier les élevages d'animaux ainsi infecter l'homme par l'intermédiaire de son alimentation (**Lebrazi, 2011**).

Le réservoir principal dans lequel les salmonelles se multiplient activement est constitué par le tube digestif de leurs hôtes potentiels au point qu'ils sont actuellement considérés comme hôtes normaux du tube digestif et leur seul habitat naturel sauf *S.Typhi*, *S.Paratyphi A*, *B* et *C*, qui sont considérés comme parasites de l'intestin et que leur présence ailleurs dans l'environnement ou l'eau, ne serait due qu'à des contaminations fécales (**Borner, 2000**).

Chez les poulets, leur lieu d'élection est constitué par le caecum, ce qui explique leur diffusion dans les fientes caecales. Les animaux porteurs sains excrètent de façon intermittente les salmonelles à la raison de 10 à 10<sup>7</sup> bactéries par gramme de fèces (**Humbert, 1998**).

### 1.4 Spécificité à l'hôte :

Sur des bases cliniques et épidémiologiques, les salmonelles ont pu être classées en trois catégories écologiques distinctes selon leurs hôtes préférentiels :

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

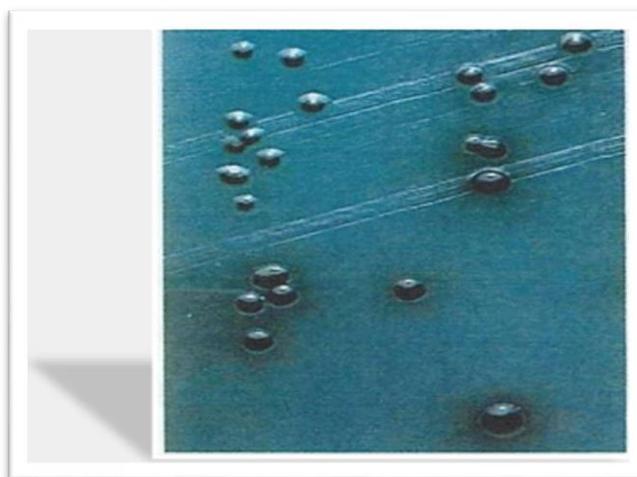
---

- Les sérovars spécifiques de l'homme : Salmonella Typhi ; S.Paratyphi A, B, C et S. Sendai et qui sont responsables respectivement de la fièvre typhoïde et paratyphoïde: maladies, qui font encore des ravages dans les pays en voie de développement où l'hygiène alimentaire est peu ou pas respectée ;
- Les sérovars spécifiques de certains animaux ou qui peuvent exprimer une certaine pathologie particulière chez certaines espèces animales : exemple, Salmonella Dublin chez les bovins (mais aussi chez l'homme), S. Abortusovis, S. Abortusequi, S.Typhimurium variant Copenhagen chez les pigeons et S. Pullorum-Gallinarum chez les volailles (**Humbert, 1998**).
- Les sérovars dits ubiquistes : ce sont les plus courants. Ils se retrouvent indifféremment chez plusieurs espèces à la fois, c'est le groupe des principaux agents de salmonelloses actuelles pouvant être dangereux pour l'homme et les animaux, exemple :S. Enteritidis, S.Typhimurium, S.Infantis et S.Saintpaul ;

Néanmoins, tous les sérovars sont potentiellement pathogènes pour l'homme et particulièrement responsables de TIAC ou de portage sain (**Humbert et al., 1997**).

### 1.5 Caractères cultureux :

Les colonies sont coniques et lisses dans la partie richementensemencée, en haut, et leur centre noir et entouré d'une large zone claire. Les colonies plus isolées, en bas, ont un centre noir plus grand et un bord clair plus étroit ; leurs bords sont légèrement crénelés et leurs sommets sont plus plats ; le milieu de culture qui les entoure contient des précipités sombres (**Pilet et al., 1981**).



**Figure 3** : colonies de salmonella sur milieu de Wilson et Blair (<https://hardydiagnostics.com/>).

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

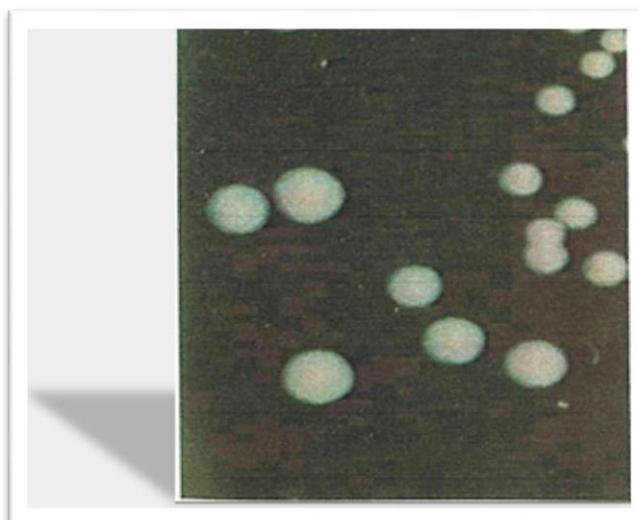
---

*S. paratyphi B* croit d'abord sous forme de colonies monoïdes qui peuvent s'aplatir. Cette évolution figure du haut en bas de la photographie.

Les colonies sont de plus en plus plates jusqu'à celle du bas qui présente un cratère avec un bouton central ;



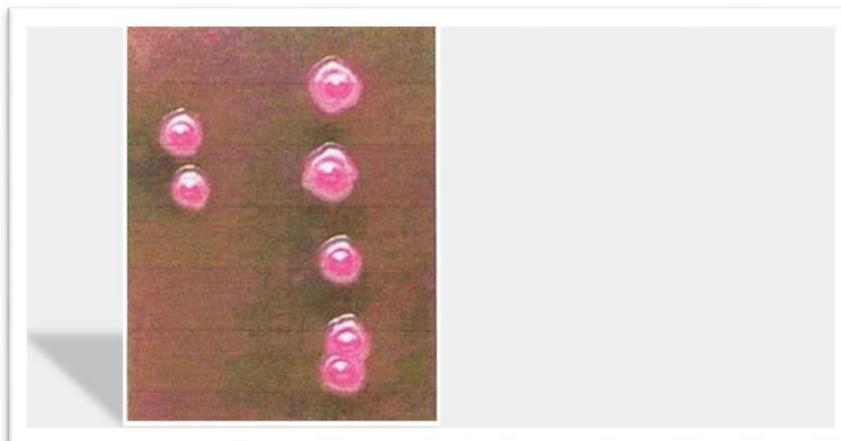
**Figure 4 :** *S. paratyphi B* dans le milieu au sulfite de bismuth de Wilson et Blair, 18 heures à 37°C, lumière réfléchie x6 (<https://hardydiagnostics.com/>).



**Figure 5 :** Colonies de *S. Typhimurium* observées en éclairage sur gélose de Leifson au désoxychloate citrate, 18 heures à 37°C, x6 (<https://hardydiagnostics.com/>).

Ce type d'éclairage est particulièrement utile pour l'analyse morphologique des cultures primaires sur milieu de Leifson à la recherche de salmonella qui présentent l'aspect granuleux régulier et fin caractéristique qu'offrent ces colonies ;

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella



**Figure 6 :** Colonies de *S. Arizonae* sur gélose de Leifston au désoxycholate citrate, 18heures à 37°C, x6 (<https://hardydiagnostics.com/>).

Cette figure représente un germe qui fermente rapidement le lactose. Il aurait donc pu être rejeté comme non pathogène, ce ne fut pas le cas grâce à sa bonne croissance sur milieu de Leifson et à ses colonies évocatrices de salmonella sur le milieu de Wilson et Blair (**Schneitzet al., 2001**).

### 1.6 Caractères biochimiques :

Le genre *Salmonella* est l'un des 32 genres de la famille des Enterobacteriaceae dont les caractéristiques générales sont rappelées dans le tableau n°1 ;

**Tableau 1 :** Caractéristiques générales des antérobactériaceae (**Pivnick et al., 1982**).

Bacilles Gram négatif, non sporulés Dimensions moyennes :0,5μ sur 3μ.
Immobilés ou mobiles à ciliature péritriche.
Développement facile en milieu ordinaire.
Aérobies facultatifs et fermentant le glucose avec ou sans production de gaz.
Ne possèdent pas d'oxydase.
Réduisent les nitrates en nitrites.

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

C'est ainsi que grâce à l'étude de la diversité des ARN ribosomiaux, différents auteurs pensent qu'il soit possible que les salmonelles aient divergé des Citrobacters après l'apparition des amphibiens et reptiles il y a plus de 300 millions d'années puis la sous espèce I des salmonelles se serait différenciée après l'émergence des animaux à sang chaud, il y a 200 millions d'années; Enfin le sérotype Typhi serait apparu avec l'homme, il y a 3 millions d'années et que le berceau du sérotype Typhi pourrait être l'Indonésie, où des souches diphasiques de ce sérotype normalement monophasique, ont été retrouvées

- *Salmonella* Typhimurium: agazogène, H<sub>2</sub>S(+) faible, et Citrate de Simmons(-).
- *Salmonella* Paratyphi : L.D.C. (-), Citrate de Simmons (-) et H<sub>2</sub>S (-) le plus souvent.
- *Salmonella* Abortuséqui : H<sub>2</sub>S (-).
- *Salmonella* Abortusovis : H<sub>2</sub>S (-).
- *Salmonella* Senftenberg : Lactose (+).

**Tableau 2** : Caractéristique biochimique communes aux salmonelles (Pilet *et al.*, 1987).

Quelques	Salmonelle	Caractéristique biochimique	Expression	propriétés
	Toutes	Uréase	-	
		Tryptophane désaminase	+	
	En majorité	O.N.P. O	-	
		Gaz en présence de glucose	+	
		H <sub>2</sub> S	+	
		Lactose	-	
		L.D. L	+	
		Indole	-	
		Citrate de Simmons	+	
		Gélatine	-	
		D-tartrate (++) jours)	+	

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

---

phénotypiques des salmonelles sont si spécifiques, qu'elles sont utilisées pour l'enrichissement, la sélection, l'isolement et la différenciation des colonies ;

En effet les salmonelles et autres genres d'entérobactéries sont plus résistantes à la novobiocine, sélénite, tergitol et les sels biliaries, spécialement le désoxycholate. Les salmonelles sont aussi résistantes au vert brillant et au vert malachite que les autres entérobactéries. Cependant ces caractéristiques ne sont pas suffisantes pour un véritable isolement sélectif et aucun milieu n'est à présent disponible avec la capacité d'isoler seulement les salmonelles. C'est ainsi que les milieux qui tendent à être les plus sélectifs exigent du lactose, saccharose, cellobiose ou glycérol et de la salicine avec des indicateurs de pH ;

Le thiosulfate et les sels ferriques permettent la production et la détection de H<sub>2</sub>S à moins que le pH ; soit acide. Ainsi en milieu Salmonelles-Shigelles (S.S.), les agents de sélection sont les sels biliaries et le vert brillant, les substrats d'intérêt sont le lactose et le thiosulfate de sodium et les indicateurs sont le rouge neutre et les citrates de fer. Les souches de salmonelles typiques dans le cas de milieu S.S. donnent des colonies décolorées avec centre noir. La gélose Hektoen contient les sels biliaries (agents sélectifs), lactose, saccharose, salicine et du thiosulfate de sodium (substrats) et le bleu de bromothymol, la fuschine et les citrates d'ammonium ferrique (indicateurs), les colonies sont dans ce cas vertes à centre noir (**Grimont *al.*, 2000**).

### 1.7 Caractères antigéniques :

On classe les salmonelles en trois types d'antigènes présentant un intérêt diagnostic : (**Silue, 2007**).

#### ➤ Antigène somatique O (AgO) :

L'antigène O est un antigène de la paroi porté par les chaînes spécifiques du lipopolysaccharide (LPS), possédant des propriétés immunisantes, c'est un complexe contenant une protéine, un polysaccharide et un composé phospholipidique, L'antigène O résiste à la chaleur provoque des désordres métaboliques qui se traduisent par des lésions observées chez les oiseaux morts. La classification des antigènes O se fait à base des facteurs O majeurs liés à la présence de certains sucres et en facteurs O accessoires (**Belabid, 2014**).

#### ➤ Antigène flagellaire (AgH) :

C'est un polymère de flagellaire (protéine de structure des flagelles), thermolabile (détruit par la chaleur) présent chez les salmonelles mobiles (**Grattard, 2000**).

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

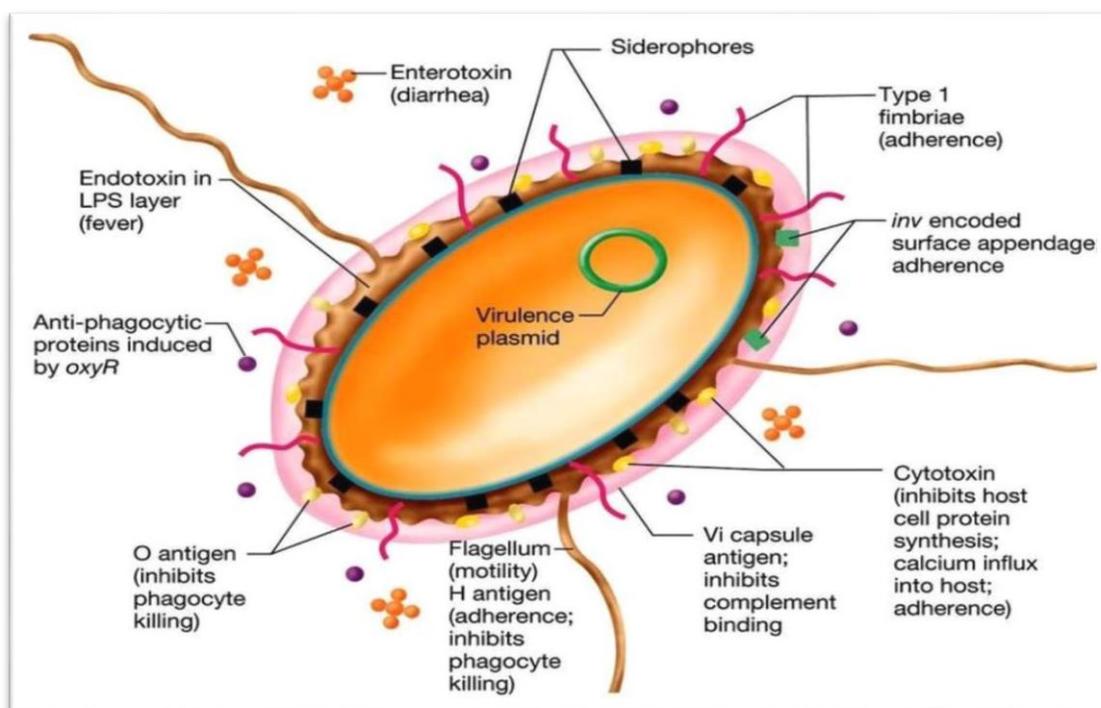
### ➤ Antigène de virulence (Ag Vi) :

C'est un antigène de l'enveloppe, de virulence, Cet antigène est considéré comme un antigène de surface (**Dumasj, 1958**).

Il est distinct de l'antigène somatique et l'antigène flagellaire (**Belabid, 2014**).

### 1.8 Facteur de virulence :

Les facteurs de virulence chez les salmonelles sont impliqués dans les diverses étapes de l'infection, soit : la production de toxine, la colonisation, l'adhésion et l'invasion, ainsi que dans la survie à l'intérieur des cellules de l'hôte (**Finlay et al., 2000**).



**Figure 7** : Les facteurs de virulence de salmonella (**Madigan et al., 2007**).

Chez Salmonella, 200 à 400 gènes interviennent directement ou indirectement dans le processus infectieux. Ces gènes sont fréquemment regroupés dans des régions du chromosome bactérien appelées îlots de pathogénicité (SPI : Salmonella pathogénicité Island) ;

Au total cinq SPI ont été identifiés : SPI1 et SPI2 encodent des systèmes de sécrétion de type III (**Winnen B et al., 2008**).

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

---

Les salmonelles disposent de deux TTSS, impliqués historiquement dans deux étapes distinctes du processus infectieux **(Velge et al., 2008)**.

Le TTSS-1 codé sur l'îlot de pathogénicité SP1-1, confère à la bactérie la capacité de pénétrer dans les cellules non phagocytaires et joue un rôle dans les interactions avec la barrière épithéliale intestinale et la réponse inflammatoire de l'hôte **(Winnen B et al., 2008)**.

Le TTSS-2 codé par des gènes regroupés au niveau de l'îlot SPI-2, permet à la bactérie de développer une infection systémique et de coloniser les organes profonds tels que la rate et le foie. Au niveau cellulaire, le TTSS-2 permet aux salmonelles de survivre dans le phagosome des macrophages et dans la vacuole des cellules non phagocytaires **(Stevens et al., 2009)**.

Alors que le SPI-3 contribue à la survie intracellulaire, SPI-4 participe à l'adhésion des salmonelles aux cellules épithéliales et le SPI-5 requis pour plusieurs procédés pathogéniques chez l'hôte, cette région renferme plusieurs effecteurs associés au SST3-1 et au SST3-2. Ces protéines effectrices contribuent à l'invasion de l'épithélium, à la survie intracellulaire et au maintien de l'infection systémique **(Sabbagh et al., 2010)**.

Salmonella dispose d'autres facteurs qui eux aussi contribuent à la virulence comme les LPS durant l'activation des processus inflammatoires, et les sidérophores pour le transport du fer **(Madigan et al., 2007)**.

### 1.9 Résistance aux antibiotiques :

Aujourd'hui, l'utilisation des antimicrobiens est incontournable en production animale. Ils sont utilisés dans un double objectif : en thérapeutique mais aussi comme additifs alimentaires ou promoteurs de croissance **(Bergeron, 2009)**. La résistance antimicrobienne est l'un des problèmes majeurs de santé en médecine humaine et animale. Elle est aussi reconnue par l'O.M.S., comme un problème émergent de santé publique, depuis, le phénomène est d'autant plus important qu'il concerne des germes pathogènes pouvant être transmis à l'homme **(Madec, 2012)**.

Pour l'année 2018 on remarque l'apparition de résistances via la plupart des antibiotiques, une résistance envers le Triméthoprim – sulfaméthoxazol (SXT) de 8,75%, le chloramphénicol (CHL) de 3,33%, en plus de l'évolution continue et persistante des autres résistances envers les autres antibiotiques ;

Il a été démontré aussi que :

La résistance des 84 souches de salmonelles a été testée vis-à-vis de 15 antibiotiques. Les pourcentages de résistance les plus importants ont été obtenus avec la tétracycline (50%),

## Chapitre I : Généralités sur le Genre Salmonella

---

l'acide nalidixique (34,52%) et le triméthoprim-sulfaméthoxazole (32,14%) et Un taux de 60,7% des souches a été résistant à un antibiotique ou plus, parmi lesquelles 13,09%, ont présenté une résistance multiple à 5 antibiotiques et plus (**Combari, 2014**).

L'antibiorésistance des salmonelles réduit l'efficacité thérapeutique et prophylactique des antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire et pose un problème à l'hygiéniste, car ces bactéries résistantes peuvent être transmises à l'homme (**Elgroud et al, 2008**).

### 2 Chapitre II : Les salmonelloses aviaires

#### 2.1 PULLOROSE ET TYPHOSE

##### 2.1.1 Définition :

La pullorose et la typhose sont des maladies bactériennes septicémiques observées principalement chez la poule et la dinde, mais d'autres espèces aviaires sont sensibles comme la caille, le faisan, le canard, le paon et la pintade. La pullorose et la typhose sont connues depuis 1899 et 1888, respectivement. Il s'agit de maladies fréquentes dans de nombreux pays dans le monde où elles causent des pertes économiques importantes. Cependant ces maladies ont été éliminées des élevages commerciaux aux États-Unis, au Canada, en Australie et en Europe de l'Ouest (**Shivaprasad, 2000**).

Ces deux maladies sont à l'origine d'une mortalité importante pouvant atteindre 100% chez les poussins du fait d'une infection transmise par l'œuf (**pomeroy et al., 1997**).

##### 2.1.2 Etiologie :

La pullorose est due à *Salmonella Pullorum* et la typhose à *S. Gallinarum*. Ces deux bactéries, très adaptées aux volailles, ont été classées dans une seule espèce, *S. enterica* serovar *Gallinarum pullorum*. Les bactéries sont des bâtonnets Gram négatifs et non mobiles. Les deux bactéries peuvent être différenciées par la réaction biochimique de la décarboxylation rapide de l'ornithine réalisée par *S. Pullorum* et non par *S. Gallinarum*. Les poulets sont les hôtes naturels à la fois pour *S. Pullorum* et *S. Gallinarum*. Cependant, des foyers de pullorose et de typhose ont été décrits chez la dinde, la pintade, la caille, le faisan, le moineau, le perroquet et d'autres oiseaux. La mortalité par pullorose et typhose est généralement limitée aux 2 à 3 premières semaines d'âge. Les pertes sont plus élevées chez les volailles adultes atteintes de typhose. Il existe de nombreux modes de transmission pour les deux maladies tels que la transmission horizontale par les aliments contaminés, l'eau, les fientes et autres produits. Mais la transmission par les œufs due à la contamination des ovules suivant l'ovulation représente le mode de transmission le plus important (**Calnek et al., 1997**).

##### 2.1.3 Epidémiologie :

- **Espèces affectées :**

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

La pullorose s'attaque principalement au poussin domestique mais on l'a aussi diagnostiquée chez plusieurs autres espèces d'oiseaux parmi lesquels la dinde, le canard, le pigeon, la pintade, le faisan, le moineau et autres volatiles sauvages. (**GORDON, 1979**)

### ➤ **Transmission**

#### • **Transmission verticale**

Elle résulte d'une infection de l'ovaire ou de l'oviducte de la pondeuse par un sérotype adapté de *Salmonella*. C'est essentiellement *S. Enteritidis* et plus rarement *S. Typhimurium*, Heidelberg, Hadar, qui ne se traduit pas nécessairement par des signes cliniques, mais par un décrochement de la courbe de ponte suivi d'un rattrapage rapide. Les *Salmonella* colonisent les milieux intérieurs de l'œuf. Les poussins issus de ces œufs infectés sont viables et éclosent infectés par la souche de *Salmonella* d'origine maternelle (**Carlier et al., 2001**)

#### • **Transmission horizontale**

Elle peut débuter dès le couvoir, où les œufs sont contaminés au niveau des coquilles à la ponte, sans pénétrer dans l'œuf, mais persiste sur la cuticule. Le poussin est infecté dès l'éclosion par contact avec la coquille infectée. De plus, dans les claies des couvoirs, une inter contamination par création et diffusion d'un aérosol contaminé est prouvée (**Gradel et al., 2003 ; Skovet et al., 2004**).

Les pratiques de gestion dans toute la filière volaille ont un effet profond sur la transmission et la persistance des *Salmonella* dans les systèmes de production de la volaille,

C'est aussi le cas des modes de transmission par la litière, l'eau, l'alimentation, les nuisibles, le personnel, etc. (**Carlier et al., 2001**).

### **2.1.4 Symptômes :**

#### ➤ **PULLOROSE**

#### • **Chez les poussins :**

Les premiers symptômes sont souvent une diminution de la fertilité, une réduction du taux d'éclosion et mortalité en coquille ou la mortalité de poussins peu après l'éclosion (**Ganiere, 1989**).

Autres signes cliniques chez les poussins et les dindonneaux comprennent une anorexie, des oiseaux blottis les uns contre les autres, les ailes tombantes, une déshydratation,

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

une diarrhée et une mortalité accrue. La mortalité la plus élevée, pouvant atteindre 100%, est généralement observée chez les oiseaux âgés de 2 à 3 semaines. D'autres signes peuvent être aussi observés : dyspnée, cécité, gonflement de l'articulation du jarret (**Bentley *et al.*, 1980**).



**Figure 8** : Pullorose (Poussin). L'œdème de l'articulation tibio- tarsienne est un signe clinique fréquent lors de pullorose (**shivaprasad, 1992**).



**Figure 9** : Pullorose (Poussin). Atteinte unilatérale de l'articulation podale fortement œdématiée (**shivaprasad, 1992**).

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

- **Chez les adultes :**

Chez les volailles en croissance ou adultes, ces signes cliniques peuvent ne pas être apparents dans certains cas. On observe alors une baisse de la consommation des aliments, une apathie, des plumes ébouriffées, une crête pâle et rétrécie. On peut observer aussi une diminution de la production des œufs, de la fertilité et du taux d'éclosion. L'incidence et la mortalité chez les volailles adultes atteintes de typhose sont généralement plus élevées (**Horrox N.,1995**)

- **TYPHOSE**

Plusieurs signes sont rencontrés :

- Les oiseaux prostrés, assoiffés, cyanosés (crête, barbillon et caroncules bleuâtre).
- La cécité, l'anorexie, la diarrhée jaunâtre à verdâtre, la déshydratation et perte du poids.

Des morts soudaines peuvent être le premier signe de l'infection Qui est due à une septicémie Ou d'une entérite (**Mollereau *et al.*, 1992**).

- **F. suraigüe :**

Mort brutal ou abattement, fièvre, cyanose de la crête « Maladie de la crête bleue », mort en quelques jours ;

- **F. aigue :**

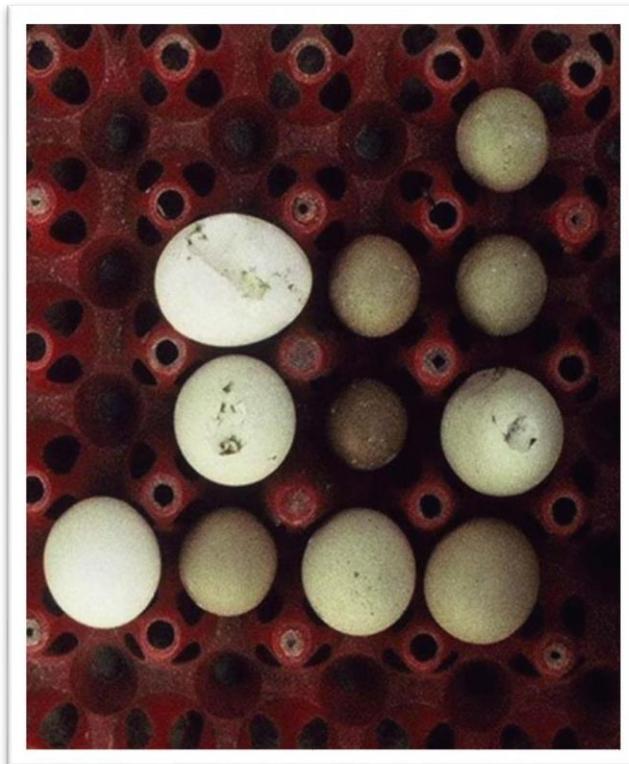
Prostration, troubles respiratoires (râles, jetage spumeux), diarrhée liquide nauséabonde jaune ou verte striée de sang qui colle aux plumes. Parfois, des troubles nerveux (titubation) ;

- **F. chronique :**

Mauvais état général, troubles locomoteurs, troubles génitaux (chute de ponte, œufs tachés de sang, œufs sans coquille, diminution de l'éclosabilité) (**LEZZAR, 2017**).



**Figure 10** : Typhose chronique dans un troupeau de reproductrices. Chez ces reproductrices issues d'un même troupeau touché par une forme chronique de typhose, une anémie intense s'accompagne d'une pâleur de la crête et des barbillons (**shivaprasad, 1992**).



**Figure 11** : La chute de ponte observée est associée à des anomalies des œufs (**shivaprasad, 1992**).

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

### 2.1.5 Lésions :

#### ➤ PULLOROSE

Les lésions de la pullorose observées chez les poussins d'un jour sont des péritonites avec congestion de tous les tissus, rétention du sac vitellin : inflammation, infection prolongée conduisant à une typhlite, foyers nécrotiques et nécrose ponctiforme au niveau du foie, des poumons et d'autres organes. Les oiseaux adultes présentent une malformation ou une dysplasie ovarienne (**Wray et al., 2000**).

Selon la forme et l'âge on peut trouver :

Chez les volailles en croissance ou adultes, ces signes cliniques peuvent ne pas être apparents dans certains cas. On observe alors une baisse de la consommation des aliments, une apathie, des plumes ébouriffées, une crête pâle et rétrécie. On peut observer aussi une diminution de la production des œufs, de la fertilité et du taux d'éclosion. L'incidence et la mortalité chez les volailles adultes atteintes de typhose sont généralement plus élevées. Dans les cas suraigus, les lésions macroscopiques peuvent être discrètes. Dans les cas aigus, on observe une hypertrophie et une congestion du foie, de la rate et des reins. Les foies peuvent présenter des foyers blanchâtres de nécrose et la rate, hypertrophiée, apparaît tachetée de blanc. Le contenu du sac vitellin apparaît coagulé et un exsudat fibrineux est présent sur le péricarde, sur la capsule hépatique et le péritoine. On peut observer des nodules de couleur jaune pâle ou blanchâtres ressemblant aux tumeurs de la maladie de Marek dans le myocarde et sur l'épicarde. Des petits nodules similaires peuvent être aussi présents dans le gésier, le pancréas, les poumons, les muscles, et parfois dans la paroi du cæcum. La lumière cæcale peut être aussi remplie d'un boudin caséux. On note aussi un exsudat dans la chambre antérieure de l'œil et des arthrites avec la présence d'un liquide synovial visqueux. Chez les poules adultes, les lésions peuvent être minimales comme lors de la régression des follicules ovariens en petits nodules. Mais les lésions les plus importantes concernent une partie ou la majorité des follicules ovariens présentant des nodules d'aspect difforme et décolorés qui peuvent rester attachés à l'ovaire par un long pédoncule. L'oviducte contient souvent un exsudat caséux dans sa lumière. Un exsudat fibrineux dans le péritoine et sur la capsule du foie peut également être observé. Chez le mâle, les testicules peuvent présenter des zones de nécrose blanchâtres ponctiformes ou nodulaires (**Jeanne et al., 1992**).

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires



**Figure 12** : Foie hypertrophié et la couleur vert bronze lors de la pullorose (shivaprasad, 1992).

**Tableau 3** : Tableau lésionnel de la pullorose (LEZZAR., 2017)

ADULTES	JEUNES		
Forme chronique	Forme Suraigüe	Forme aigue	Forme chronique
<p>Myocardite nodulaire.</p> <p>Péricardite.</p> <p>Grappes ovariennes atrophiées, déformées, et hémorragiques (voir illustration).</p> <p>Testicules atrophiés.</p>	<p>Septicémique Persistance du sac vitellin.</p> <p>Congestion généralisée.</p> <p>Hypertrophie du foie.</p> <p>Magma caséux dans les caecums.</p>	<p>Points de nécrose blanc grisâtres du foie, poumon, cœur et gésier.</p> <p>Péricardite.</p> <p>Entérite duodénale.</p>	<p>Arthrite.</p> <p>Panophtalmie (voir illustration).</p>

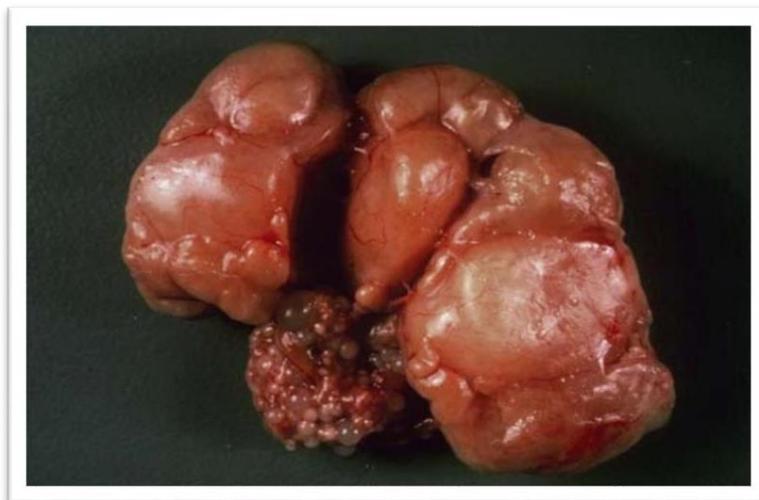
## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

### ➤ TYPHOSE

Des foyers nécrotiques peuvent également être observés dans les poumons et sur le cœur 52.8 et Chez la dinde, des foyers nécrotiques enchâssés dans la muqueuse de l'intestin sont facilement observés à travers la paroi intestinale avant ouverture. Sur les jeunes poussins, le vitellus prend un aspect congestif ou caséo-fibrineux. Des exsudats purulents peuvent être notés dans les articulations. Chez la poule, l'hépatomégalie est importante avec de nombreux foyers nécrotiques. Les follicules ovariens sont congestifs et/ou prennent un aspect dégénératif. Des salpingites caséuses et des péritonites fibrineuses peuvent être observées (villateet *al.*,2011).



**Figure 13** : Typhose (Poule adulte). Ovaire avec de nombreux follicules difformes, nodulaires et atrésiques (shivaprasad, 1992).

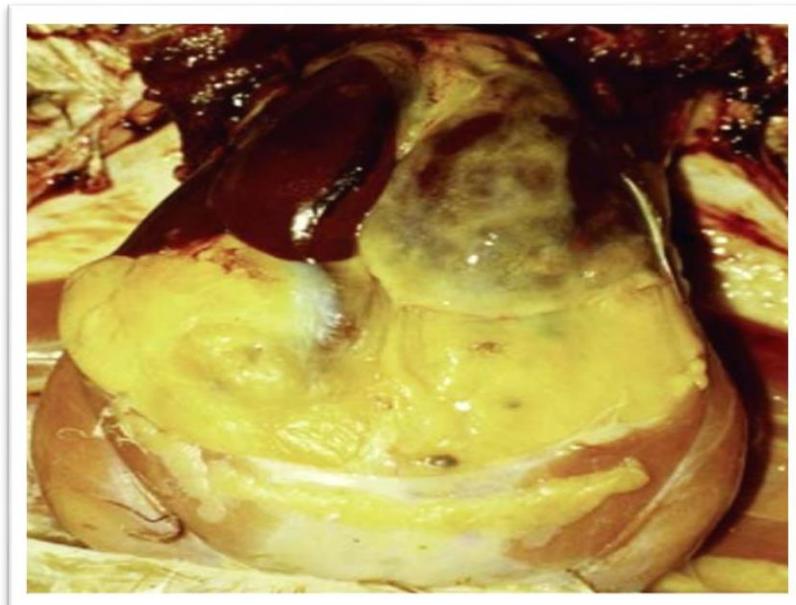


## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

**Figure 14 :** Typhose chronique. Follicules ovariens dégénératifs rattachés par un pédoncule à l'ovaire et présentant un aspect « cuit » (**shivaprasad, 1992**).

**Tableau 4 :** Tableau lésionnel de la typhose (**LEZZAR., 2017**).

Jeunes	Adultes	
	Forme aiguë	Forme chronique
Les lésions sans identique à celles de la pullorose sans les trois formes.	<p>Hépatosplénomégalie (x3) : zones de congestion hémorragiques du foie et de la rate.</p> <p>Rétention biliaire : zones vertes du gésier et foie verdâtre = foie bronzé (au contact de l'air).</p> <p>Entérite duodénale + gaz au niveau des intestins.</p>	<p>Idem à F.chronique de pullorose.</p> <p>Atteinte de l'utérus avec œufs tachés de sang ou œufs sans coquille + Ovarite ou Ovaro-salpingite (grappe ovarienne brun verdâtre) + ponte abdominale (péritonite).</p>



**Figure 15 :** Typhose aiguë. Important exsudat fibrineux jaune diffus dans le péritoine et sur la capsule du foie gauche (**shivaprasad, 1992**).



**Figure 16 :** Typhose aiguë. La rate est 2 à 3 fois plus grande, parfois avec des nodules gris-blanchâtre proéminents (**shivaprasad, 1992**).



**Figure 17 :** Typhose aiguë. Poumons présentant une couleur caractéristique brune et des foyers de nécrose formant des nodules d'aspect tumoral (**Lecoanet, 1992**).



Figure 18 : L'ovaire présente plusieurs follicules dégénérés (Lecoanet, 1992).

### 2.1.6 Diagnostic :

#### ➤ Diagnostique clinique

L'examen clinique a montré que des hypothèses d'origine microbienne étaient évoquées chez des sujets adynamiques, très amaigries et souffrant de diarrhée dès lors que la suspicion de maladie parasitaire était écartée.

#### ➤ Diagnostique expérimentale

#### • Diagnostique bactériologique :

La recherche des salmonelles d'origine aviaire revêt deux aspects :

- Soit cette recherche à intérêt diagnostique, elle utilise alors un prélèvement à partir des organes atteints en :
  - Isolant les salmonelles à partir des lésions si elles ne sont pas très anciennes.
  - Sérogroupant et sérotypant les salmonelles isolées.
  - Réalisant les antibiogrammes pour cibler des éventuels traitements.

Soit il s'agit de détecter les porteurs sains ou chroniques des salmonelles (essentiellement enteridis, Typhimurium dans les troupeaux de volailles) et on prélève soit la poussière lors d'un prélèvement réalisé par chiffonnage des bâtiments et de matériels d'élevage, soit un mélange de fèces (Humbert, 2005).

Le diagnostic est principalement bactériologique :

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

### ○ Prélèvement

Le foie, la rate et les cæca sont les organes de choix à ensemer. D'autres organes lésés peuvent être prélevés : poumon, ovaire et oviducte, vitellus... (**villateet al.,2011**).

### ○ Enrichissement

L'enrichissement 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 :

- Les bouillons au sélénite
- Les bouillons à base de tétra thionate (le bouillon Müller Kauffman)

Les bouillons qui contiennent du vert de malachite et du chlorure de magnésium (bouillon Rapport de Vassiliadis) (**Humbert, 1998**).

### ○ L'ensemencement

L'ensemencement direct sur gélose trypticase soja enrichie au sang de mouton permet en 24h de culture à 37 °C d'observer des petites colonies translucides qui feront l'objet d'une coloration de Gram puis d'une identification biochimique. Un état frais et un test de type mannitol mobilité permettent de mettre en évidence le caractère immobile de l'isolat (**villateet al.,2011**).

### ○ L'isolement

Il s'agit d'une étape sélective utilisant du milieu solide versé dans des boîtes de Pétri. Le milieu d'isolement contient une combinaison de facteurs de sélection. *Salmonella* se présente en colonies caractéristiques en raison de sa forme, de sa couleur et de sa morphologie (**Humbert, 2005**).

### ○ Identification biochimique

Doit être réalisée sur des souches pures. On procède à une vérification de l'appartenance au genre *Salmonella*, par détermination des caractères biochimique spécifiques. Des systèmes miniaturisés sont disponibles, tel que les galeries APL (**Michel federghi, 2005**).

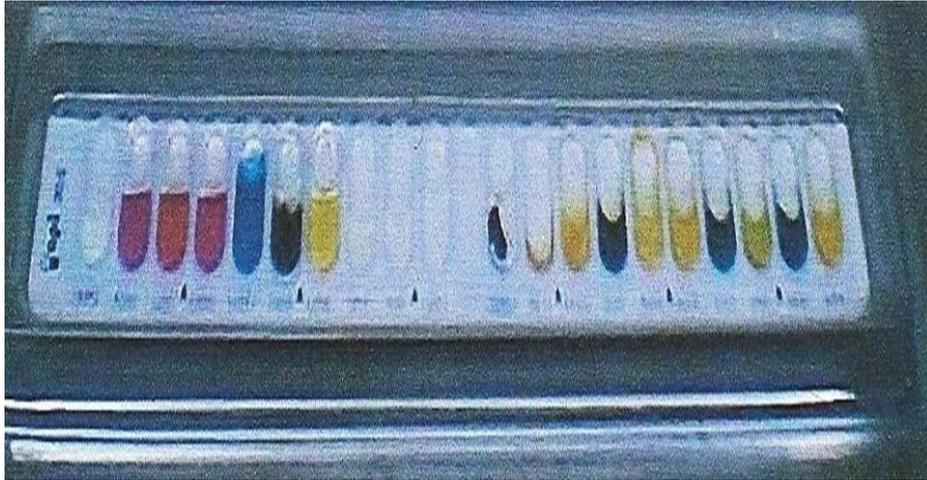


Figure 19 : Salmonella GalerieAPI20<sup>E</sup> (Sutraet al.,1998)

- **Diagnostic sérologique :**

Ce diagnostic indirect est possible si et seulement si la souche est caractéristique de l'hôte considéré. Dans ce cas, la présence d'anticorps IGM puis IGG dans le sérum peut être mise en évidence par des techniques d'agglutination ou d'ELISA (Humbert,1998).

### 2.1.7 Traitement

- **LA PULLOROSE**

- **Traitement des poussins**

Quand une épizootie se déclare parmi des poussins destinés à la reproduction ou conservés à ce titre, le mieux à faire pour garantir l'avenir est de détruire leur couvée tout entière, car leur maintien même momentanément aux fins de consommation future ne ferait que disséminer l'infection et brouiller le programme des tests sanguins qui s'imposent. Si les sujets sont réservés pour la consommation uniquement, on peut mêler à leur ration 0.04% de furazolidone pendant dix jours de suite. Ce médicament est souvent très efficace et fortement diminue le nombre des porteurs latents si on l'a administré dès les premiers signes d'alerte. On peut également le mélanger à la ration à raison de 0.01 % pour protéger par avance les jeunes sujets ou les poulets en chair (Smith et al., 1955).

Il est certain aussi que la gravité de l'épizootie varie avec le stress qui peut provenir d'erreurs d'élevage : mauvais réglage de la température des éleveuses, aération insuffisante ou excessive, surpopulation, etc. les pertes sont de mêmes plus faibles si l'on élimine sans retarder les poussins morts ou malades, si l'on désinfecte les mangeoires et les abreuvoirs, si l'on

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

remplace les litières souillées et si l'on prend les mesures voulues pour améliorer l'hygiène (**William et al., 1956**).

- **Traitement des adultes**

Il arrive occasionnellement que le test d'agglutination ne permette pas de supprimer la maladie ou qu'une épizootie de pullorose se déclare tout à coup dans un troupeau sain. En générale une enquête sérieuse montre la cause de cet échec apparent et par exemple qu'on n'avait précédemment testé qu'une partie de troupeau. Quelques éleveurs considèrent que le test ne s'impose que dans le groupe des reproducteurs, mais ils oublient que l'infection peut se propager des groupes non testés aux groupes testés, ou grâce à des sujets qu'on a conservés pour leur viande, par exemple ;

Quelle que soit sa valeur, tout sujet réagissant doit être éliminé de l'élevage et aussitôt vendu aux fins de consommation ; puisqu'ils représentent danger de contamination, il est bon de l'identifier en ce coupant quelques plumes de sa queue en attendant de vendre pour ça viande. Lorsqu'une épizootie de pullorose a été confirmée, il va de soi que l'élevage doit se plier sous surveillance aux mesures prévues à ce sujet par les lois et règlements en vigueur dans le pays (**Gordon, 1979**).

- **Traitement des porteurs chroniques**

Il est démontré que la furazolidone à 0.04% administrée pendant 10 jours aux sujets porteurs chroniques peut réduire le nombre de ceux qui réagissent positivement aux tests de diagnostic et diminuer ou même éliminer l'infection de leur œuf. Il faut toutefois souligner que ce traitement est seulement un complément de la prophylaxie par es tests et ne peut en aucune façon s'y substituer ;

La médication est malgré cela une garantie supplémentaire pour les futures couvées et, dans la pratique courante, elle permet de limiter le nombre des tests nécessaires pour établir qu'un troupeau est sain. Si la maladie reparait, il convient évidemment d'exécuter le test habituel d'hémo-agglutination, d'éliminer les réagissant, de traiter à la furazolidone les non réagissant, de renouveler le test aux intervalles plus haut définis, et de reprendre le traitement général à la furazolidone au cas où se révèlent de nouvelles réactions positives (**villateet al., 2011**).

➤ **LA TYPHOSE**

Tous les sujets visiblement malades doivent être sacrifiés de même que celles des morts leurs

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

carcasses doivent être incinérées ou enfouies dans la chaux vive. Les poupes atteintes doivent être strictement isolés des groupes restés sains, l'hygiène de l'élevage doit être améliorée. Après avoir éliminé les malades, il convient de soumettre le reste du groupe au test rapide de la pullorose et d'en écarter les porteurs latents qui seront sacrifiés pour leur viande à condition qu'ils ne soient pas cliniquement atteints. Les non-réagissant seront dans la mesure du possible installés en parquets neufs ou sur litières renouvelée. La furazolidone, ajoutée pendant dix jours aux aliments à raison de 0.04% réduira généralement les pertes ainsi que le nombre des porteurs chroniques si elle est administrée dès les premiers signes d'apparition de la maladie. Grâce à ce traitement, les œufs cesseront d'être contaminés par les Salmonella.

Malgré tout, les résultats sont parfois décevants si les sujets traités ne sont pas transférés sur des terrains sains, et il peut être nécessaire de renouveler le traitement si de nouveaux Cas font leur apparition, ou de le combiner avec application du test d'agglutination. Par ailleurs on a évalué l'effet de 28 médicaments différents contre infection expérimentale à *S. Gallinarum*, et l'on a constaté que seule la furaltadone est aussi efficace que la furazolidone (**pennington et al., 1968**).

### 2.1.8 Prophylaxies :

#### ➤ Prophylaxie sanitaire

Partout dans le monde, en particulier en Scandinavie, il a été démontré que les programmes d'application et de contrôle réduisent considérablement la prévalence de Salmonella chez les volailles grâce à des mesures telles que les bonnes pratiques d'élevage, et la biosécurité.

En Algérie l'arrêté interministériel n° 006 du 20 janvier 2003, définissant les mesures de prévention et de lutte spécifiques aux salmonelloses aviaires à *S. Enteritidis*, *Typhimurium*, *Typhi*, *Arizona*, *Dublin*, *Paratyphi* et *Pullorum Gallinarum*, doit être pris en considération, pour une lutte efficace (**Arrête interministériel, 2003**).

Les barrières sanitaires représentées par les mesures générales d'hygiène sont les premiers éléments à mettre en place avant l'emploi des procédés spécifiquement adaptés à la lutte contre le danger Salmonella ou tout traitement (**Carlier et al., 2001**).

#### ○ Conception du bâtiment :

Le bâtiment avicole doit être considéré comme un système complexe, alimenté en air, eau et aliments, qui produit en retour des gaz viciés, des déjections et des volailles ou des œufs.

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

L'objectif est que le bâtiment offre aux volailles des conditions optimales de température et d'aération, ainsi que la mise à disposition d'eau et aliment conformes à leurs besoins physiologiques (**Guérin et al, 2011**).

### ○ Mesures générales d'hygiène :

Les locaux, le personnel et l'environnement doivent répondre à certains principes généraux (**Lecoanet, 1992 ; Carlier et al. ;2001**) :

- Un isolement rigoureux des locaux vit à vis de l'extérieur, pour protéger les locaux, les équipements et les animaux.
- Le respect du principe de la marche en avant avec délimitation d'une zone propre et d'une zone sale.
- Le non entrecroisement des courants de circulation (matières premières et produits finis ou produits avec déchets).
- La propreté, la désinfection et le bon état d'entretien des équipements et du matériel.
- La propreté et sensibilisation à l'hygiène du personnel.
- La propreté et le lavage des mains, le changement et désinfection des bottes sont essentiels pour la protection des bâtiments d'élevages (**Bellel et al., 2002**).

### ○ Nettoyage et désinfection :

Les opérations de nettoyage et de désinfection doivent suivre un protocole complet, comportant des étapes fondamentales et précises (**Carlier et al., 2001**).

- Pré-nettoyage : Qui consiste en des opérations de rangement, de balayage, de râclage et de dépoussiérage.
- Nettoyage : Généralement à l'eau chaude additionné d'un détergent et aboutit à la propreté visuelle.
- Rinçage intermédiaire.
- Désinfection : En utilisant des désinfectants efficaces en agro-alimentaire tels les alcalins chlorés, les peroxydes acides, les produits iodés, les bi-guanidines et à un moindre degré les ammoniums quaternaires, qui doivent être employés conformément aux spécifications des fabricants en matière de dose, de température, de temps de contact et de nettoyage préalable.
- Rinçage final.
- Séchage.

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

Ce protocole doit être appliqué à la lettre à chaque fin de temps de travail (généralement en fin de journée), car l'omission d'une quelconque étape peut aboutir à l'inefficacité relative, sachant que l'emploi des détergents n'est pas compatible avec les désinfectants, ce qui peut entraîner la persistance des contaminations croisées.

Enfin, les opérations du protocole doivent être formalisées, décrites et gérées en plan de nettoyage de qualité et vérifiées régulièrement par des analyses bactériologiques (**Drouin et al., 2000**).

Les mains du personnel doivent être nettoyées avant la prise du travail, après les pauses, après manipulation d'aliments ou objets souillés, toutes les 45 minutes à 1 heure au cours du travail et surtout après usage des toilettes. Le nettoyage des mains consiste en un savonnage soigneux des mains et des avants bras pendant 30 secondes, suivi d'un rinçage et d'un séchage au moyen d'essuie mains à usage unique. Les produits irritants, les essuie mains à air chaud, les savonnettes, l'eau trop chaude ou trop froide et les robinets à commande manuelle sont proscrits (**Carlier et al., 2001**).

- **Principales mesures de la biosécurité**

- **En élevage :**

- **Vide sanitaire :**

Suite au nettoyage et à la désinfection d'un bâtiment, un vide sanitaire est fortement recommandé. Un vide sanitaire total de 14 jours (période sans oiseaux) est généralement recommandé entre les troupeaux pour permettre une réduction de la contamination

Microbienne résiduelle. En plus du vide sanitaire, il est fortement conseillé d'élever les oiseaux d'un même âge dans un même bâtiment et de procéder en système "tout plein, tout-vide" pour briser le cycle de certains agents pathogènes. Cette façon de faire permet également l'inactivation environnementale de plusieurs agents pathogènes (**Racicot et al., 2015**).

- **Gestion du fumier et de la litière :**

Il existe différentes façons de gérer le fumier et la litière. Autant que possible, il est préférable d'enlever complètement la litière entre chaque élevage. Cette pratique diminue la pression d'infection sur le prochain lot comparativement à la réutilisation de la même litière. Mais, en particulier aux États-Unis, lorsque les oiseaux n'ont pas eu de problème de santé sérieux, certains éleveurs réutilisent la même litière pour le lot suivant. L'exposition des oiseaux

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

susceptibles à des matières fécales d'adultes en santé présente un effet protecteur lorsque ces oiseaux sont éprouvés avec des bactéries telles que *Salmonella*, *Escherichia coli* et *Clostridium*. Il semble donc y avoir une compétition entre les bactéries intestinales pathogènes et la flore intestinale normale. Une litière réutilisée devrait toutefois être asséchée au moins partiellement afin de diminuer sa charge microbienne (**Racicot *et al.*, 2015**).

### ▪ En abattoir

- Des infrastructures, équipements et matériel appropriés.
- Prévoir une salle de repos pour la volaille avant l'abattage.
- L'eau d'échaudage doit être renouvelée régulièrement et maintenue à la température voulue (entre 51 et 58 °C).
- Nettoyage et désinfection soigneux des flagelleuses et des plumeuses rotatives à la fin de chaque journée de travail et après le passage de chaque lot.
- Veiller à ne pas souiller les carcasses particulièrement par rupture de l'intestin lors de l'éviscération.
- Veiller à la continuité de l'application du froid (**Bell *et al.*, 2002**).

### ➤ Prophylaxie médicale

#### ○ Additifs alimentaire anti-salmonella :

L'acidification de l'eau de boisson consiste à compléter l'eau de boisson avec un acide organique (acide butyrique), qui non seulement abaisse le pH de l'eau, mais surtout abaisse le pH du contenu intestinal le plus loin possible dans l'intestin pour avoir un effet également dans les caeca. Les études réalisées, ont utilisé un mélange stabilisé d'acide organique et de peroxyde d'hydrogène, cette stabilisation est fondamentale dans le cadre de la lutte contre les salmonelles. L'acidification n'agit pas comme un antibiotique, mais comme un agent modifiant le milieu intestinal, le rendant défavorable à la multiplication des salmonelles, son action est limitée dans le temps, ce qui implique des administrations répétées et régulières tout au long du lot.

Le but de la supplémentation n'est pas d'éliminer toutes les salmonelles, mais de les empêcher de se développer en agissant le plus tôt possible et de maintenir cette population de salmonelles en dessous d'un seuil d'excrétion et donc d'empêcher la contamination du lot entier (**Chataigner, 2000 ; Van Immerseel *et al.*, 2005**).

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

### ○ **Les flores barrière :**

Les flores de barrière sont un mélange complexe de bactéries différentes, en équilibre relativement stable dans le tube digestif des volailles en absence d'agression extérieure (**Schneitz *et al.*, 2001**).

Néanmoins nous citerons quelques genres de bactéries composant une flore de barrière : Bacteroides, Citrobacter, Clostridium sporogenes, Escherichia coli, Enterococcus faecium, Pusobacterium, Eubactérium, La ctobacillus casei, La ctobacillus planétarium, Ruminococcus, Propionobacterium, Streptococcies faecalis (**Riggi, 1999**).

### ○ **Concept de NURMT et RANTALA :**

Les poulets sont connus pour être très sensibles aux infections à salmonelles durant la première semaine de vie parce que le développement de la flore intestinale est progressif

Le principe de la flore de barrière consiste à donner à l'animal le plus précocement possible, en général à 1 jour d'âge, une flore équilibrée non pathogène qui va coloniser la lumière intestinale des poussins. En s'implantant la première, cette flore va empêcher l'adhésion et donc l'implantation ultérieure de germes issus du milieu extérieur, donc peu contrôlés et susceptibles d'être pathogènes (colibacilles, salmonelles) ou indésirables (salmonelles) ;

La flore anaérobie est dominante, elle baisse la tension en oxygène et favorise ainsi les anaérobies; En acidifiant le milieu par les bactéries lactiques en produisant des acides gras volatils, qui inhibent la croissance des entéro pathogènes et en produisant des bactériocines dont l'action est proche de celle des antibiotiques, mais aussi les entéro pathogènes qui entrent en compétition avec les salmonelles pour la consommation des acides aminés et des sucres.

Ces germes constituent une barrière entre des germes exogènes et la muqueuse intestinale. D'où leur nom de flore de barrière (**Pilet *et al.*, 1987**).

### ○ **La vaccination :**

Permet une protection variable en durée et intensité selon :

- Le type de vaccin utilisé.
- L'état sanitaire des volailles.
- L'immunité des volailles.
- La technique de vaccination elle-même (**Lecoanet, 1992**).

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

La vaccination en élevage de poulet de chair ne serait pas justifiée, vu la durée de vie très courte des animaux, néanmoins la vaccination pourrait venir compléter l'ensemble des mesures préconisées en prophylaxie sanitaire et en aucun cas ne peut suffire à elle seule. En revanche, la vaccination des futurs reproducteurs au moyen de vaccins tués, d'autovaccins ou de vaccins atténués ont montré une certaine efficacité qui se traduit par une réduction nette du portage et de l'excrétion. Mais en aucun cas cette prévention n'est suffisante et durable si le contexte environnemental n'est pas satisfaisant. Aujourd'hui, il est utopique de vouloir élever des oiseaux sans salmonelles mais chacun des acteurs de la filière volaille doit se mobiliser pour diminuer la prévalence et éradiquer les sérotypes les plus pathogènes ;

L'innocuité doit être la qualité première des vaccins. Les vaccins tués doivent tout simplement subir une inactivation correcte alors que les vaccins vivants, d'utilisation plus risquée pour la santé humaine, doivent être stables, non- sujets à des mutations réversibles, incapables de survivre dans l'environnement et surtout virulents. D'une manière générale, les vaccins vivants sont considérés comme plus efficaces que les vaccins tués et surtout les vaccins vivants peuvent être distribués dans l'eau de boisson, alors que les vaccins tués nécessitent une ou deux injections. Les autovaccins donnant des résultats assez satisfaisants, mais ne permettent pas l'élimination totale des salmonelles car le portage persiste au niveau des organes (foie, rate et colon) et l'excrétion des salmonelles se poursuit dans les fientes des animaux vaccinés **(Proux, 1996)**.

### 2.2 PARATYPHOSE

#### 2.2.1 Définition

Les espèces du genre *Salmonella*, (S) de la famille des Enterobacteriaceae qui sont les plus importantes dans la pathologie animale et humaine sont *S. enteritidis* et *S. cyphimurium* ; néanmoins, de nombreuses autres espèces de *S.* peuvent occasionnellement être impliquées dans la pathologie ;

Cependant, le degré de parenté génétique entre les Salmonelles est si grand qu'il a été suggéré que la plupart d'entre elles soient regroupées en une seule espèce, *S. enterica*, avec différents sérotypes (plus de 2400). Les différents sérotypes sont classés selon les antigènes somatiques (O), capsulaires (K) et flagellaires (H).

Dans certains cas, ces infections entraînent un portage intestinal relativement asymptomatique, dans d'autres cas, elles entraînent une dise

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

en charge clinique et une mortalité. Les progrès des pratiques de production avicole ont permis la propagation de l'infection à *S.* dans les élevages de reproduction, avec des conséquences relatives pour la santé non seulement des animaux, mais aussi de l'homme. Par conséquent, le contrôle de l'infection à *S.* dans les troupeaux de volailles est devenu un objectif important tant du point de vue économique que de celui de la santé publique. En effet, le coût total des soins médicaux et de la perte de productivité résultant d'une infection d'origine alimentaire s'élève à 1,5 million de dollars. Productivité résultant d'infections alimentaires à *Salmonelle* chez l'homme ont été très importants. Cependant, les mesures de contrôle, comme la biosécurité, le contrôle et la désinfection des installations, les tests et les pratiques de vaccination peuvent augmenter les coûts de production des œufs et de la viande de volaille (**Zanella, 2011**).

### 2.2.2 Etiologie

Les salmonelles sont des bactéries Gram-négatives en forme de bâtonnet, classées dans la famille des *Enterobacteriaceae*. Plus de 2 300 sérotypes différents de *Salmonella* spp ; Ont été identifiés. 10% de ces sérotypes ont été isolés chez des volailles mais, parmi ces 10%, seul un petit nombre de salmonelles sont spécifiquement pathogènes pour les oiseaux et/ou l'Homme. Ces agents des PT sont mobiles, non sporulés et ubiquitaires. Leurs hôtes naturels comprennent un large éventail d'animaux à sang chaud et à sang froid. Ainsi de nombreux vertébrés et invertébrés sont des vecteurs potentiels de ces salmonelles et tous les programmes d'éradication ou de contrôle des paratyphoses doivent tenir compte de cet important facteur de risque (**Owen, 1992**).

L'agent causal de la paratyphose est : *S. Typhimurium* (TIA : zoonose) et *S. enteritidis* (homme MRLC à cause de son risque pour la santé publique) (**DvideE.swayne et al., 2013**), c'est un bacille, grame négatif, immobile, sa demi culture sur gélose hektoen (**LEZZAR, 2017**).

#### ➤ Morphologie des colonies

Les colonies typiques de *Salmonella* sur milieu gélosé ont un diamètre de 2 à 4 mm. De diamètre, rondes avec des bords lisses, légèrement surélevées, et luisantes (**DvideE.swayne et al., 2013**)

#### ➤ Propriétés biochimiques

Les salmonelles PT typiques fermentent le glucose (pour produire à la fois de l'acide et gazeux), le dulcitol, le mannitol, le maltose et le mucate, mais ne fermentent pas le lactose, le

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

saccharose, le malonate ou la salicine. Ils peuvent produire du sulfure d'hydrogène sur de nombreux types de milieux, décarboxyler l'ornithine et la lysine, utiliser le citrate comme seule source de carbone, et réduire les nitrates en nitrites. Les salmonelles PT n'hydrolysent pas l'urée ou la gélatine et ne produisent pas d'indole ;

La plupart des salmonelles PT peuvent être facilement distinguées des sérotypes suivants sérotypes adaptés à l'hôte aviaire, *S. Pullorum* et *S. Gallinarum*, sur la base de l'incapacité des souches de *S. Pullorum* à fermenter le mucate ou la dulcitane et l'incapacité des souches de *S. Gallinarum* à décarboxyler l'ornithine ou de produire du gaz à partir de la fermentation du glucose ; En outre, les salmonelles PT sont généralement mobiles mais *S. Pullorum* et *S. Gallinarum* sont généralement non mobiles;

Les souches de *S. enterica* sous-espèce *arizonae*, un pathogène cliniquement important pour les jeunes dindes, sont généralement mobiles, se différencient des salmonelles PT par leur capacité à fermenter le malonate et leur incapacité à fermenter le dulcain et le dulcitol (**DvideE.swayneet al., 2013**)

### ➤ Caractères

Ces salmonelles résistent au froid, salage, fumage, dessiccation, 12 jours œuf couvé à 25°C et 2 ans dans les fientes et 9 mois dans le sol et la boue (à l'abri du soleil et de la chaleur) ;

Ils sont sensibles au UV, chaleur, formol 10% et les désinfectants usuels (**LEZZAR, 2017**).

### ➤ Facteurs de virulence

#### • Toxines

Deux catégories générales de toxines jouent un rôle dans la pathogénicité des salmonelles PT. L'endotoxine est associée au lipide lipopolysaccharide (LPS), une partie de la paroi cellulaire des salmonelles. Si libérée dans le sang d'un animal infecté lors de la lyse des cellules bactériennes, l'endotoxine peut produire de la fièvre. *S. Enteritidis* administrée par voie intraveineuse a provoqué des lésions du foie et de la rate chez des poulets âgés de 2 semaines. Le LPS contribue également à la résistance de la paroi cellulaire bactérienne aux attaques et à la digestion par les phagocytes de l'hôte. La perte de la capacité à synthétiser le LPS complète réduit la capacité de *S. Typhimurium* à coloniser les cæca et à envahir la rate chez les poussins de chair. Plusieurs toxines protéiniques ont également été identifiées chez les *Salmonella*.

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

L'activité des entérotoxines induit une réponse sécrétoire par les cellules épithéliales qui entraîne une accumulation de liquide dans la lumière intestinale.

La cytotoxine thermolabile cause des dommages structurels à l'épithélium intestinal (DvideE.swayneet *al.*, 2013).

### 2.2.3 Epidémiologie

Les salmonelles ont été trouvées dans les élevages de poulets de chair et de poules pondeuses, dans des pourcentages très variables. Bien que 2 4 0 0 sérotypes de *S.* aient été identifiés, seulement environ 10 % d'entre eux ont été isolés chez les volailles, notamment *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *S. thomson*, *S. nadar*, *S. seftenberg*, *S. blockley*, etc.

*S. enteritidis* est également le sérotype le plus fréquemment responsable des infections humaines, qui ont considérablement augmenté au fil des 30 dernières années, dans le monde entier. Les infections paratyphoïdes chez les jeunes poussins très sensibles et chez d'autres espèces domestiques sont aussi associées à une mortalité pouvant aller jusqu'à 50 %. Les oiseaux plus âgés sont beaucoup moins sensibles et la bactérie colonise leur intestin. La transmission se fait notamment par voie horizontale, par l'intermédiaire de vecteurs contagieux (souris, insectes, vers de farine, etc.) et des aliments contaminés, ou verticalement, par contamination externe et interne des œufs trans-ovariens (Zanella, 2011).

### 2.2.4 Symptômes

Les symptômes des paratyphoses varient selon l'âge et la dose infectante. Habituellement, seuls les très jeunes oiseaux présentent des signes cliniques mais des cas cliniques ont été rapportés chez des pondeuses âgées après une contamination sur le terrain avec des souches très virulentes de *S. Enteritidis*. Le principal mode de contamination est la voie orale à partir des fientes ou des coquilles d'œufs souillées. Après l'exposition, les salmonelles colonisent en premier lieu l'intestin, principalement les caecums, puis envahissent secondairement, au-delà de l'épithélium intestinal, le système réticuloendothélial du foie et de la rate. Enfin, une phase septicémique permet la propagation des salmonelles dans tout l'organisme. Dans la grande majorité des cas, l'infection est limitée à la phase intestinale, se traduisant par une infection chronique inapparente.

Chez les très jeunes poussins et dindonneaux, les signes cliniques d'une paratyphose septicémique ne sont pas spécifiques et comprennent une diarrhée aqueuse abondante (entraînant souvent une déshydratation et l'empâtement de la zone ventrale) (Dvide *et al.*,

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

**2013**), une dépression, une anorexie et un amaigrissement. Parfois, on a pu noter une cécité et une boiterie (**Owen, 1992**).

On peut ajouter aux signes cliniques cités déjà une somnolence progressive avec fermeture des yeux, ailes tombantes, plumes ébouriffées, le frisson et le recroquevillement près des sources de chaleur (**Dvide et al., 2013**).

Dans l'éclosoir, la paratyphose s'accompagne d'une augmentation de la mortalité tardive chez les embryons. Beaucoup de jeunes poussins ne présentent pas de symptômes et meurent brutalement. En général, dans les troupes atteints, les pics de la mortalité sont observés 5 à 7 jours après l'éclosion (**Owen, 1992**).



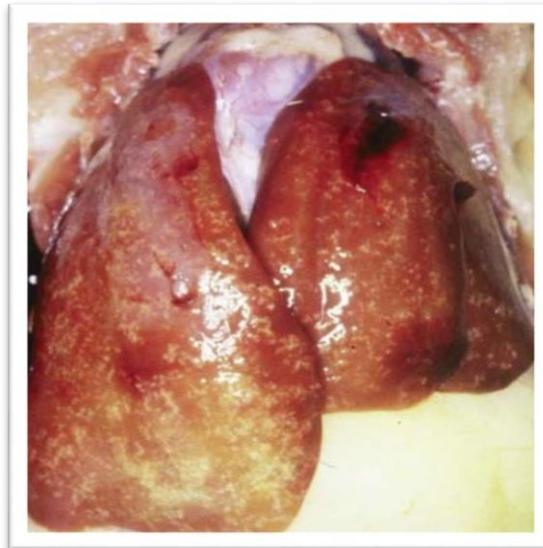
**Figure 20** :Les poussins présentent une somnolence, les yeux fermés, les plumes ébouriffées et se regroupent près des sources de chaleur (**shivaprasad, 1992**).

### 2.2.5 Lésions

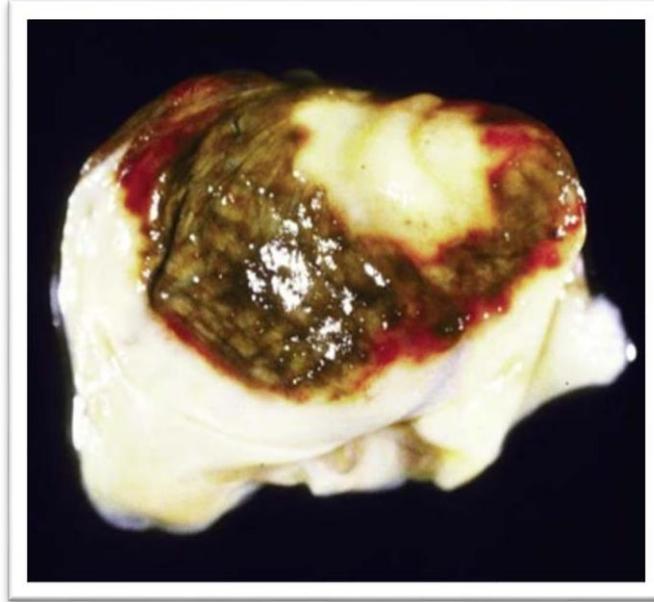
Les lésions macroscopiques observées sont celles d'une septicémie diffuse causée par divers agents pathogènes et elles ne sont pas pathognomoniques d'une paratyphose. Il s'agit notamment d'une coagulation du contenu du sac vitellin, de foyers nécrotiques dans le foie et la rate, et, dans les cas plus avancés, d'une périhépatite fibrino-purulente et d'une péricardite. Moins fréquemment, on peut observer un hypopion, une panophtalmie, une arthrite purulente, une aérosacculite, une typhlite et une omphalite. Chez les pondeuses infectées par *S. Enteritidis*, une péritonite et une oophorite peuvent être notées. Il n'y a pas de lésions histopathologiques permettant d'identifier spécifiquement une paratyphose. Les lésions observées sont typiques d'une maladie inflammatoire non spécifique associée à une infiltration par des hétérophiles et une nécrose cellulaire diffuse (**Owen, 1992**).



**Figure 21** : Paratyphose due à *S. Enteritidis* (Poule) (shivaprasad, 1992).



**Figure 22** : Le foie peut présenter une hypertrophie et des foyers de nécrose blanchâtres (shivaprasad, 1992).



**Figure 23 :** Vésicule biliaire du poulet présentant une cholécystite ulcéreuse due à *S. Typhimurium* (Poule) (shivaprasad, 1992).

### 2.2.6 Diagnostic

Bien que les observations cliniques puissent suggérer une infection par le PT, le diagnostic final dépend de l'isolement et de l'identification des organismes responsables. En utilisant les méthodes de culture conventionnelles, cela nécessite 48 à 96 heures (et même plus pour certains protocoles). Un résumé concis des méthodes traditionnelles d'isolement de *Salmonella* à partir de la volaille a été fourni précédemment. De nombreuses stratégies alternatives plus rapides pour détecter et identifier les salmonelles ont été proposées et étudiées. Sérologie d'anticorps spécifiques est parfois employée comme un test de dépistage préliminaire rapide pour identifier les troupeaux qui ont été exposés à des salmonelles (Dvide *et al.*, 2013).

Le diagnostic des paratyphoses a pour objectifs la détection d'une maladie animale et la protection du consommateur. En premier lieu, les méthodes du diagnostic d'une paratyphose associée à une forte mortalité chez de jeunes oiseaux, consistent à mettre en culture des écouvillonnages ou des prélèvements d'organes provenant d'animaux autopsiés. Les prélèvements seront effectués de préférence sur les organes présentant des lésions visibles.

Dans le contexte de la sécurité alimentaire, le diagnostic du statut d'un troupeau vis-à-vis des paratyphoses représente un défi encore plus important. Pour cela une variété de prélèvements peut être utilisés, y compris les échantillons de litière, des écouvillonnages cloacaux à partir

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

d'un échantillon aléatoire de la population, les chiffonnettes collectées dans tout le bâtiment et les prélèvements de fientes caecales présentes dans le bâtiment. Pour contrôler l'éclosoir, les échantillons de duvet et des papiers des fonds de boîte de livraison de poussins sont révélés utiles. Les échantillons des poussières présentes dans les hottes d'aspiration du ventilateur et les prélèvements réalisés sur les nids ou les tapis de collecte des œufs sont particulièrement intéressants car ces secteurs ont tendance à concentrer les salmonelles et permettent de bien représenter la situation bactériologique du bâtiment. Le diagnostic définitif repose sur l'isolement et l'identification de la salmonelle. Les techniques d'isolement et d'identification des salmonelles dans les prélèvements réalisés dans l'environnement s'effectuent en trois étapes en commençant par le pré enrichissement dans de l'eau peptonée tamponnée ou un bouillon trypticase-soja. Après une nuit d'incubation à 37°C, une aliquote de l'échantillon est inoculée dans un bouillon d'enrichissement sélectif qui sera à nouveau mis en incubation pendant une nuit à 37°C ou 42°C (Owen, 1992).

Pour les prélèvements issus de cas cliniques, on peut inoculer directement dans le bouillon d'enrichissement sélectif (le plus souvent, il s'agit de milieux « sélénite-cystine », « tétrathionate » ou « Rapport Vassiliadis ». L'isolement final est réalisé par ensemencement sur milieu gélosé. Les deux milieux gélosés les plus couramment utilisés sont le milieu « vert brillant additionné de novobiocine », où les colonies de Salmonella apparaissent avec une couleur rouge rosé, et le milieu «XLT4 », où les colonies de Salmonella apparaissent noires. Les milieux gélosés au sulfite de bismuth, « XLD » et « Hektoen entérique » peuvent également être utilisés. Aux Etats-Unis, le « National Poultry Improvement Plan » définit les procédures officielles d'échantillonnage et des méthodes d'isolement au laboratoire. L'apparence des colonies sur une gélose sélective permet de suspecter la présence de la salmonelle. L'identification définitive de la bactérie est obtenue par la mise en évidence de la production d'H<sub>2</sub>S sur un milieu gélosé spécifique. Le sérotype de l'isolat peut être recherché à l'aide de tests d'agglutination sur lame en utilisant les antisérums polyvalents disponibles pour les antigènes somatiques O de groupe. Enfin, le sérotype spécifique de la salmonelle peut être identifié à l'aide de tests d'agglutination utilisant les antigènes monovalents O et H. Le délai de réponse du laboratoire représente l'inconvénient majeur de la mise en culture et de l'identification bactériologique. En règle générale, pour des prélèvements dans l'environnement, il faut attendre au moins quatre jours à partir du moment des prélèvements

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

pour obtenir les résultats. C'est pourquoi des tests variés ont été développés dans le commerce en utilisant la technologie moléculaire pour identifier la présence ou l'absence de salmonelles.

Bien que ces tests permettent une réponse plus rapide, généralement en moins de 48 heures, leur utilisation est encore limitée du fait de leur coût, des incertitudes sur leur sensibilité et leur spécificité ou du manque d'information sur le sérotype. Pour déterminer le sérotype, il est nécessaire de recourir aux méthodes bactériologiques classiques.

Les tests sérologiques peuvent être utilisés avec succès pour le diagnostic des troupeaux infectés. Des kits Elisa sont disponibles dans le commerce pour le dépistage des anticorps dirigés contre *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis*. Alors qu'il s'agit d'outils de diagnostic utiles, ces tests sérologiques n'ont pas été retenus dans les méthodes de diagnostic de routine. Alors que nos connaissances sur les réponses immunitaires aux paratyphoses augmentent et que les tests de diagnostic se perfectionnent, les tests sérologiques peuvent devenir de plus en plus importants pour le dépistage de l'infection dans les troupeaux qui doivent être surveillés de façon plus intensive (**Dvide et al., 2013**).

### 2.2.7 Prophylaxie

Comme pour les méthodes de diagnostic, le traitement et le contrôle seront très différents en fonction de l'existence d'une maladie clinique chez de jeunes oiseaux ou de la mise en place d'un contrôle en vue d'une éradication pour la sécurité des aliments.

Le contrôle et l'éradication des paratyphoses dans le cadre de la sécurité alimentaire sont mieux maîtrisés pour la gestion du risque (**Owen, 1992**).

L'utilisation des procédures de gestion dans les couvoirs et les fermes. Le statut *S.* des volailles et de leur environnement doit être testé fréquemment, en mettant en œuvre des programmes de surveillance, en particulier pour *S. enteritidis* et *S. typhimurium*. L'exclusion compétitive, en utilisant des bactéries intestinales normales ou des lactobacilles pour inhiber la colonisation par *S.* et d'autres pathogènes, a servi au développement d'autres traitements (**Zanella, 2011**).

Une autre méthode de contrôle plus récente concerne la vaccination. Les vaccins disponibles dans le commerce aux Etats-Unis sont des vaccins tués comportant *S. Enteritidis* et les vaccins vivants génétiquement modifiés à l'aide de *S. Typhimurium*. Comme indiqué plus haut, il reste encore beaucoup à apprendre sur la réponse sérologique dans les paratyphoses et ceci inclut l'utilisation du vaccin dans le contrôle et l'éradication de ces salmonelles.

## Chapitre II : Les Salmonelloses aviaires

---

En fait les meilleures méthodes de prévention concernant l'excrétion et la transmission verticale des paratyphoses sont inutiles si l'environnement et les aliments ne sont pas exempts de salmonelles et si un programme rigoureux de biosécurité comprenant aussi la lutte contre les rongeurs et les insectes n'a pas été instauré. Le risque principal est la contamination d'un troupeau indemne par l'une des nombreuses sources possibles. Les poulaillers doivent être complètement nettoyés, désinfectés et séchés entre les troupeaux.

L'efficacité de ces procédures doit être vérifiée par de nombreux tests bactériologiques rigoureux. L'origine des aliments doit être fiable. Les températures de préparation des aliments et de leur stockage doivent être adéquates et contrôlées. Des mesures doivent être prises pour prévenir la contamination d'un aliment sain. Il importe d'éliminer les coléoptères et les rongeurs dans les bâtiments et leur environnement.

Enfin, le personnel en contact avec les oiseaux doit comprendre l'importance des meilleures mesures de biosécurité et de leur mise en œuvre. Le contrôle des paratyphoses sur le terrain pour assurer la sécurité des aliments est une tâche redoutable et coûteuse. En outre, le contrôle de ces salmonelles à la ferme est de peu d'utilité si l'intégrité du produit n'est pas maintenue entre la ferme et la table du consommateur. L'accomplissement de la sécurité alimentaire doit être une responsabilité partagée entre le producteur, l'abattoir et le consommateur. Avec les moyens techniques actuels, la probabilité d'une éradication de tous les agents pathogènes d'origine alimentaire est très faible. Même avec le développement de nouvelles technologies et une réduction des taux de paratyphoses, une importance primordiale doit être attribuée au stockage de l'aliment, à sa manipulation et aux techniques de cuisson pour sa préparation (**Stavric et al., 1993**).

## Conclusion

---

Les salmonelloses représentent un problème réel ou potentiel à l'échelle mondiale. Elles font l'objet de préoccupations dans de nombreux secteurs et continuent à inquiéter les pouvoirs publics.

En effet, elles ont une importance considérable en santé animale et santé publique, tant par les pertes économiques, liées aux diminutions de productions, aux saisies et aux coûts des moyens de contrôle et de prévention, que par la forte incidence des toxi-infections alimentaires collectives.

La maîtrise de la consommation salmonellique des viandes de volailles est devenue un pré-requis indispensable pour le consommateur et un argument économique pour les industriels.

## Références bibliographiques

---

ANTONEO, Zanella. 1982. *Poultry diseases manual. Caractéristiques et contrôle des infections. Vetbook. P50.* s.l. : Neuvra, 1982.

Arreté interministériel, n° 006 du 20 janvier 2003, définissant les mesures de prévention et de lutte spécifiques aux salmonelloses aviaires à *Salmonella* Enteritidis, Typhimurium, Typhi, Arizona, Dublin, Paratyphi et PullorumGallinarum. Algerie. Pp : 9.

Brown, Jh.1935 : Theobaldsmith1857-1934.Dan's journalofBacteriologyvol.30 n°1.p1-3.

Borner g 2000 : le poulet sans salmonelles : mythe ou réalité/ revue méd. Vet 151(12),1083-1094

Belabid, Z. (2014). 2014-2015. Contribution à l'étude de la contamination des ovoproduits par *Salmonella typhi* dans la région de Tlemcen. Master : En Alimentation et Nutrition.

Belabid, Z. (2014). 2014-2015. Contribution à l'étude de la contamination des ovoproduits par *Salmonella typhi* dans la région de Tlemcen. Master : En Alimentation et Nutrition. Faculte Des Sciences Département De Biologie. Tlemcen. Pp 1-3.

Bergeron N. (2009) Caractérisation phénotypique et génotypique d'isolats de *Salmonella* Typhimurium provenant de porcs sains ou septicémiques.Thèse de doctorat d'université de Montréal. P :8.

Bentley AH & Pettit J., "Salmonella in the Canadian Poultry Meat Industry". Agriculture Canada, Food Production and Inspection Branch, Ottawa, Ontario, 1980.

Bell, C.et Kyriakides, A. 2002. *Salmonella in: Foodborne Pathogens. Hasards, risk analysis and control.* Woodhead Publishing Limited.: 307-334.

B, diervillate et jean-lucguérin et dominique. 2011. maladie des volailles. s.l : France agricole, 2011. Vol. 3em edition, p 451-458.

CDC. (2011). "NationalEntericDiseaseSurveillance : Salmonella Surveillance Overview." Laboratory,basedEntericDiseaseSurveillancefrom,[http://www.cdc.gov/nationalsurveillance/PDFs/NationalSalmSurveillOverview\\_508.pdf](http://www.cdc.gov/nationalsurveillance/PDFs/NationalSalmSurveillOverview_508.pdf).

## Références bibliographiques

---

CombariA, (2014) Evaluation du niveau de contamination des élevages de poulet de chair de la zone péri- urbaine de Dakar par les salmonelles résistantes aux antibiotiques.

Carlier V. et Lagrange, P. 2001. Salmonella, service d'information alimentaire, H.C.S. International.Paris. Pp : 84.

Chataigner, R. 2000. Le groupe chène verte-Synthèse élevage. Edition la plume verte.<http://www.chen-vert.com>

Dumasj, 1958 : tribu des salmonella, in : bactériologie médicale. Flammarion etcie, p399-433.

Didier Villate, Dominique Balloy et Jean-Luc Guérin. 2011. *Maladies des volailles 3eme edition* .s.l. : editions France agricole , 2011.

DvideE.swayne, john R. Glisson, Larry R. Mcdougalde, Lisa K. Nohlan, Davide L. suarez and venugopal Nair. 2013. *Diseases Of poultry 13TH edition. P 675-677*. s.l.: WILEY-BLACKWELL, 2013.

Drouin, p., fournisseur. Et toux.j.y. 2000 : la conduite de la décontamination des poulaillers de pondeuses en cage vit à vis des salmonelles. Sciences et techniques avicoles.no hors-série, 53- 64.

Elgroud, Rachid.M(2009) "Contamination du poulet de chair par les salmonelles non typhiques en élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine : Caractérisations phénotypiques et génotypiques par ERIC-PCR et PFGE ", Université de Mentouri Constantine Faculté des sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences Vétérinaires, 16 p et 157 p.

Fookes, M., G. N. Schroeder, G. C. Langridge, C. J. Blondel, C. Mammina, T. R. Connor, H. Seth-Smith, G. S. Vernikos, K. S. Robinson, M. Sanders, N. K. Petty, R. A. Kingsley, A. J. Bäumlér, S.-P.Nuccio, I. Contreras, C. A. Santiviago, D. Maskell, P.JUSSARA. B « panorama du marché internationalde la mangue. Cas de la filière d'exportation du Brésil. » Mémoire de Master. CHEAM- N°98. Novembre2002.143 pages

## Références bibliographiques

---

Finlay B. B., Brumell, J. H. 2000. Salmonella interactions with host cells: in vitro to in vivo. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 355 : 623-631.

Faculte Des Sciences Département De Biologie. Tlemcen. Pp 1-3.

Grimont, P.A.D. and F.X. Weill (2007). Formules antigéniques des serovars de Salmonella. Paris, Fr, OMS: Institut Pasteur :166.

Gledel, J. Et Corbion, B. 1995 : le genre salmonella dans : microbiologie alimentaire, Bourgeois et Mesclé, 1ère édition, 2ème tirage, techniques et documentation, Paris.

Grimont, P.A.D. 1992. Les marqueurs épidémiologiques des Salmonella. Méd. et Mal. Inf. 22, numéro spécial, 249-257.

Grimont, P.A.D., Grimont, F. et Bouvet, P. 2000. Molecular basis of the diversity in the genus Salmonella. In: Salmonella in domestic animals. Wray et col. CABI Publishing, British Library, London, U.K.: p1-17.

Grattard, F., 2000. Electrophorèse en champ pulsé. In: FRENEY J., RENAUD F., HANSEN W. et BOLLET C. (eds.). Précis de Bactériologie clinique. Paris : Editions ESKA. p. 267-277.

gardone rf., 1979, Maloine S.A. éditeur, pathologie des volailles, page : 19-36

Gradel, K.O; Rattenborg, E (2003). A questionnaire-based retrospective field study of persistence of Salmonella Typhimurium in Danish broiler houses. Prev. Vet. Med, 56, 267-284 p.

Guerin, Balloy, Villate (2011) Les maladies des volailles, 3ème Edition France agricole, 100 - 103

Humbert f., 1998 : édition Paris, manuel de bactériologie alimentaire, p27, 52.

Humbert, F. 1998. Les Salmonelloses. Dans Manuel de Bactériologie Alimentaire, ed. Polytechnica. Paris.

## Références bibliographiques

---

Humbert,F. et Salvat,G. 1997. Risques de transmission des salmonelles en aviculture : Détection et prévention en Europe. Rev. Sci. Tech. O.I.E. 16 (1), 83-90.

Horrox N. Salmonella – all you wanted to know but were afraid to ask. International Hatchery and International Poultry Practice suppl., 1995, 10: I- XVI.

Humbert f2005, bactériologie alimentaire, 2ème édition, p.11, 5-6.

Humbert f.,1998 : édition paris, manuel de bactériologie alimentaire, p27-52.

Humbert f2005, bactériologie alimentaire, 2ème édition, page :11-12.

Humbert f.,1998 : édition paris, manuel de bactériologie alimentaire, p45-52.

J. et Silim, A. E.N.V. Alfort. Paris.Faculté de Med. Vét. De Montréal, Quebec. 225-235

Jeanne Brugère-Picoux& Jean-Pierre Vaillancourt 1992 Manuel of poultrydiseases JBP – pullorose & typhose page : 287-292.

Jeanne Brugère-Picoux, Jean-Pierre Vaillancourt. 1992. *Manuel de pathologie aviaire*. s.l. : Association française pour l'avancement des sciences, 1992.

LEZZAR Nawel (MC)–Spécialiste en Aviculture et Pathologie aviaire/Autopsie aviaire–ISVK–UFMC1 manuel d'autopsie et de pathologie aviaire 2017-2018 page : 87-91.

Le coanet, J.1992. Salmonelloses Aviaires. Manuel de pathologie aviaire. Ed. Brugère-Picoux,

Madec J.-Y. (2012). Antibiorésistance : le passage animal - Homme, mythe ou réalité, Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation no 53/Sécial Antibiotiques et Antibiorésistances.P. 50-53.

Madigan M., Martinko J. (2007). Biologie des micro-organismes. 11 -ème édition. Pearson, Paris. P : 731-735, 790-792, 943, 947-948.

## Références bibliographiques

---

Madigan M., Martinko J. (2007). *Biologie des micro-organismes*. 11<sup>ème</sup> édition. Pearson, Paris. p : 731-735, 790-792, 943, 947-948.

Nawel, LEZZAR. 2017. *MANUEL D'AUTOPSIE ET DE PATHOLOGIE AVIAIRES. polycopiepedagogique* . s.l. : ISVK- UFMC1, 2017.p 87

Oliver, S. P., Jayarao, B.M. et al. (2005). "Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications." *Food borne Pathog Dis*, 2(2):115-29.

OWEN, RL. 1992. *Maladies bactériennes 'manuel de pathologie aviaire'- paratyphose*. P 293-298. s.l. : édition: Brugere Picoux Jeanne et Silim Amer, 1992.

Pivnick h. Etnurmi, e. 1982: "the nurmi concept and its role in the control of salmonellae in poultry". In: *developments in food microbiology-1*- Davies, r. Ed. 1 vol. 220 pages, applied Science publishers, Londres.

Pilet, C. Bourdoin, J.L., Toma, B., Marchal, N., Balbastre, C., et Person, J.M. 1987. *Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne*. Paris. Douin: 81-93.

Pomeroy BS & KV Nagaraja. *Fowl Typhoid*. In *Diseases of Poultry*, 9th Ed. BW Calnek et al., Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1997, 87-88.

Pr j-p ganiere 1989 *envn-maladies réputées contagieuses ou à déclaration obligatoire* direction de service vétérinaire.

Racicot, M et JP Vaillancourt. JP 2015 *L'autopsie des oiseaux. Manuel de pathologie aviaire*, édit. Jeanne Brugere-Picoux et Amer Silim

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, E.N.V. Alfort, Paris.

## Références bibliographiques

---

- Sahlstrom, L., De Jong, B. et Aspan A. (2006). "Salmonella isolated in sewage sludge traced back to human cases of salmonellosis." *Lett Appl Microbiol*, 43(1): 46-52.
- Schneitz, C. ET Mead. 2001: competitive exclusion. In: salmonella in domestic animals. edited by Wray, C. ET Wray, A. Cambridge University Press, London, UK. 301-322.
- Silue N., (2007). Thermorésistante de trois sérotypes de salmonella dans l'œuf et les gésiers de poulets, université Cocody d'Abidjan.
- Stevens M. P., Humphrey T. J. and Maskell D. J. (2009). Molecular insights into farm animal and zoonotic Salmonella infections. *Review. Animal and zoonotic salmonellosis*. 364, 2709–2723.
- Sabbagh S.C., Forest C.G., Lepage C., Leclerc J.-M. & Daigle F. (2010). So similar, yet so different: uncovering distinctive features in the genomes of Salmonella enterica serovars Typhimurium and Typhi. *FEMS Microbiol Lett* 305. 1–13
- Stavric S & D'Aoust J.V. Undefined and defined bacterial preparations for the competitive exclusion of Salmonella in poultry - a review. *J Food Prot*, 1993, 56:173-180.
- Stavric S & D'Aoust J.V. Undefined and defined bacterial preparations for the competitive exclusion of Salmonella in poultry - a review. *J Food Prot*, 1993, 56:173-180.
- Shivaprasad H.L. 2000 Fowl typhoid and pullorum disease, *Rev. Sci. Tech. Op. Int. Epiz.*, 2000, 19 : 405-424.
- Snoeyenbos G.H. Pullorum Disease. In *Diseases of Poultry*, 9th Ed. B. W. Calnek et al., Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1997, 73-86
- Sutra L. Federighi M. et Jouve J.L. (1998). Manuel de bactériologie alimentaire. Edition Polytechnica. 9p.
- Schwarz, S., et Chaslus-Dancla, E. 2001. Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance. *Veterinary Research* 32(3-4), 201-225.

## Références bibliographiques

---

Smith, H. William 1955 J. comp. Path. Ther., 65, 37.

Smith, H. William 1956 J. Hyg., Camb., 54,419

Velge P., Wiedemann A., Rosselin M., Abed N., Boumart Z., Chaussé AM., Grépinet O., Namdari F., Roche SM, Rossignol A., Virlogeux-Payant I. (2012). Multiplicity of Salmonella entry mechanisms, a new paradigm for Salmonella pathogenesis. Microbiology open.1(3) :243-258.

Valmmerseel, 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 oeufs: Un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. Ann.Méd. Vét.149, 34-48.

Winnen B., Schlumberger M. C., Sturm A., Schupbach K., Siebenmann S., Jenny P., Hardt W.D.(2008). Hierarchical Effector Protein Transport by the Salmonella Typhimurium SPI-1 Type III Secretion System. PLoS ONE | www.plosone.org. Vol. 3,5, e 2178.

Wray C&/Wary A., eds., 2000. Salmonella in domestic animals. Cab international, Wallingford, Oxon.uk.