

## Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques dans les élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine.

### Résumé

Cette étude nous fournit les premières données de prévalence de la contamination par les salmonelles, des élevages et abattoirs de poulet de chair de la wilaya de Constantine. Les sérotypes et les profils d'antibiorésistance des isolats sont déterminés et les facteurs de risques de contamination sont évalués.

Un total de 2490 prélèvements, dont 1800 recueillis de 30 élevages de poulet de chair et 690 recueillis de 15 abattoirs ont été récoltés durant 2 années. La contamination à *Salmonella* a concerné 37 % des élevages et 53 % des abattoirs. Parmi les 55 isolats retrouvés, 10 sérotypes différents ont été identifiés. La plupart des isolats se sont avérés résistants à au moins un antibiotique. Finalement, 7 profils d'antibiorésistance distincts ont été identifiés. En parallèle, 4 facteurs de risques ont été trouvés significativement associés à la contamination des élevages et aucun pour les abattoirs.

**Mots clés :** *Salmonella*; Poulet de chair; Sérotype; Antibio-résistance; Facteurs de risques.

### Abstract

**Title:** Non typhoidal *Salmonella* contamination of broilers in broiler farms and slaughterhouses from Constantine wilaya.

The present study provides the first data about the prevalence of *Salmonella* contamination of broilers and slaughterhouses in the wilaya of Constantine. The serotypes and antibiotic resistance patterns of the isolates were determined, and risk factors contributing to the contamination were evaluated.

A total number of 2490 samples, 1800 originating from 30 broiler farms and 690 from 15 slaughterhouses, were taken during 2 years. *Salmonella* contamination concerned 37 % of the broiler farms and 53 % of the slaughterhouses. Among the 55 isolates recovered, ten different serotypes were identified. Almost of the isolates were resistant to at least one antibiotic. Finally, 7 distinct antibiotic resistance profiles were identified. In parallel, four risk factors were found that were significantly associated with *Salmonella* contamination in broiler farms and no one for slaughterhouses.

**Keys words:** *Salmonella*; Broiler; Serotype, Antibio-resistance, risk factors.

R. ELGROUD<sup>1</sup>  
F. ZERDOUMI<sup>1</sup>  
M. BENAZZOUI<sup>1</sup>  
C. BOUZITOUNA<sup>2</sup>  
S. GRANIER<sup>3</sup>  
A. BRISABOIS<sup>3</sup>  
B. DUFOUR<sup>4</sup>  
Y. MILLEMAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Département des sciences vétérinaires, Université Mentouri Constantine. Algérie.

<sup>2</sup>Service de Microbiologie-Bactériologie. C.H.U. Ibn Badis, Constantine. Algérie.

<sup>3</sup>Unité de recherche en épidémiologie et caractérisation des bactéries, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, LERQAP, Maisons-Alfort, France.

<sup>4</sup>Unité de maladies contagieuses. E. N. Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France.

<sup>5</sup>Unité Microbiologie Alim. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France.

### ملخص

#### إصابات دجاج اللحم ببكتيريا *Salmonella* غير التيفويدية في مزارع و مباح ولاية قسنطينة.

تزوّدنا هذه الدراسة بالمعطيات الأولى لعدد الحالات السائدة لنسبة الإصابة بالسالمونيلا داخل مزارع دجاج اللحم ومذابحها لولاية قسنطينة .

لقد تم تحديد الأنواع السيرولوجية ومظاهر المقاومة للمضادات الحيوية للبكتيريا تحت الدراسة، كما تم تقييم عوامل خطورة الإصابة . تم جمع مجموع 2490 عينة، منها 1800 أخذت من 30 مزرعة لدجاج اللحم و 690 أخذت من 15 مذبج. قد خص التلوث بالسالمونيلا 37 بالمئة من المزارع و 53 بالمئة من المذابج. كما حددت 10 أنواع سيرولوجية مختلفة من بين 55 سلالة بكتيرية معزولة.

وتبين أن معظم السلالات البكتيرية المعزولة قد أظهرت مقاومة لمضاد حيوي واحد على الأقل . أخيرا قد عرفت سبعة مظاهر من المقاومات للمضادات الحيوية ، وبالتوازي هناك أربعة عوامل خطورة قد وجدت مرتبطة بصورة معنوية بتلوث المزارع، ولم يوجد أي عامل فيما يخص المذابج.

**الكلمات المفتاحية :** دجاج اللحم ، النوع السيرولوجي ، مقاومة المضادات الحيوية ، عوامل الخطر . *Salmonella*



La sécurité alimentaire est devenue un enjeu majeur pour les pouvoirs publics, les consommateurs et les professionnels de produits destinés à la consommation humaine. Cette sécurité passe, en particulier, par la maîtrise de la contamination des produits alimentaires par les bactéries pathogènes.

Les maladies d'origine alimentaire sont une cause importante de morbidité et de mortalité à travers le monde. En effet, White et al. 1997 [39], estiment que les diarrhées tuent 3 millions d'enfants chaque année. Aux Etats-Unis, on estime que 1,4 millions de personnes sont infectées par des salmonelles non typhiques chaque année, avec 15000 hospitalisations et 400 morts [38], alors qu'en France, le nombre est estimé à 30000 cas de salmonelloses avec entre 92 et 535 morts [20].

Parmi celles-ci, les salmonelloses ont une importance économique, les pertes sont estimées au Danemark entre 10,4 et 25,5 millions de dollars durant l'année 2001 [1], mais aussi sanitaire, liée à la forte incidence des toxi-infections alimentaires collectives. Elles sont aussi la principale cause de gastro-entérite d'origine alimentaire chez l'homme [8].

L'accroissement et l'accumulation des résistances aux antibiotiques sont un autre aspect du problème de santé publique des salmonelloses, car une partie des *Salmonella* multi-résistantes retrouvée chez l'homme est d'origine animale et a acquis les gènes de résistance en élevages avant de les transmettre aux humains à travers les aliments [35]. L'infection est d'ailleurs très communément associée à la consommation de viande et de produits carnés, surtout ceux à base de volaille [28].

Par ailleurs, la consommation des viandes de volailles a connu un formidable essor universel sur tous les continents [32], avec une progression de la consommation individuelle mondiale de 3,7 % par an et cela sur la dernière décennie [12].

En Algérie, la filière avicole «chair» a connu depuis 1980 un développement notable. Cependant, les pratiques d'élevage et d'abattage accusent un retard technologique considérable. En effet, la problématique de la filière avicole sur le plan sanitaire reste toujours tributaire des conditions d'élevage en général, et plus particulièrement de l'hygiène des bâtiments [27].

Très peu de données expérimentalement vérifiables existent sur la prévalence des salmonelles en Algérie; néanmoins, certaines données nous laissent augurer d'un danger en expansion, notamment, le nombre croissant de gastro-entérites enregistrées dans les Centres Hospitalo-universitaires algériens et les bulletins sanitaires vétérinaires [9], [7], [6] et [5].

Le premier objectif de notre travail est de connaître les principales caractéristiques de nos élevages et de nos abattoirs avicoles mais aussi d'objectiver cette contamination en évaluant la prévalence de contamination des élevages et abattoirs privés de la wilaya de Constantine.

Nous nous sommes efforcés également de préciser (caractérisation phénotypique) la nature de cette contamination, en déterminant les sérotypes les plus fréquents, les résistances à une batterie d'antibiotiques et définir les profils d'antibiorésistance, les sources éventuelles de ces antibiotypes et connaître les facteurs de risques potentiels favorisant la contamination par les salmonelles.

## 1. MATERIELS ET METHODES

**1.1. Echantillonnage :** La wilaya de Constantine est située à l'est du territoire Algérien, elle est constituée de 12 communes et possède 103 élevages recensés aux services agricoles, où seuls 63 sont fonctionnels mais aussi 28 abattoirs agréés par les services vétérinaires, où seuls 18 sont opérationnels [4].

Notre étude a porté sur 30 élevages, tous privés, ayant bien voulu participer volontairement au travail, où nous avons essayé de couvrir toutes les communes avec au minimum un élevage par commune.

Les abattoirs sont par contre concentrés dans leur majorité sur la commune de Constantine, notre travail a porté sur 15 abattoirs qui ont accepté volontairement de participer à l'étude, 3 abattoirs ayant décliné l'offre de participation à l'étude.

Tous les prélèvements ont été effectués par le même opérateur en élevages et par un même autre opérateur pour les abattoirs.

**1.2. Prélèvements :** Un questionnaire préétabli nous a permis de recueillir toutes les informations sur les établissements concernés, pour connaître leur emplacement, leurs infrastructures, leurs équipements, leur fonctionnement, personnel, le niveau d'hygiène, les moyens de nettoyage et de désinfection, l'environnement, les possibilités d'accès à d'autres animaux, l'origine de l'eau, l'origine des poussins et d'autres questions bien précises auxquelles le responsable de l'établissement devait répondre avec exactitude par des réponses claires tels que oui ou non, des chiffres ou autres réponses qui ne prêtent pas à confusion.

Deux campagnes distinctes ont été nécessaires vis-à-vis de nos moyens qui se sont améliorés en seconde campagne. Les prélèvements sont toujours accompagnés par des fiches de suivi, précisant les informations nécessaires à l'identification, au type et aux conditions de prélèvement.

Les modalités de prélèvement, le type de prélèvements, le nombre de prélèvements et le nombre d'établissements échantillonnés sont résumés dans le tableau n°1.



. **Tableau n°1 :** Organisation des prélèvements en élevages et abattoirs

| Elevages          | Période                | Elevages           | Prélèvement                                                 | prélèv./éleva.                                                                                                | Mode de prélèvement                                                                                                                                                                                            |
|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Première campagne | Octo. 2005 à mai 2006  | 30 (63)            | Fientes<br>écouvillons                                      | 3 pools de 3 fiente chacun<br>2 pools de 3 écouvillons                                                        | 3 fientes de chaque tiers de surface du Bt.<br>1 écouv. par poulet                                                                                                                                             |
| Total             |                        | 30                 |                                                             | 15 prélève.                                                                                                   | 450 prélèvements                                                                                                                                                                                               |
| Seconde campagne  | Sept. 2006 à Mars 2007 | 30 (63)            | Chiffonnettes<br>Chiffonnettes<br>Eau<br>Aliment<br>Fientes | 3 prélèvements<br>2 prélèvements<br>5x5ml d'eau<br>5x5g aliment<br>3 pools de 10 fientes                      | Surfaces de 2 mangeoires. et d'un abreuvoir.<br>Surface des murs (20 cm du sol )<br>5 ml d'eau de 5 abreuvoirs différent<br>5 g d'aliment de 5 mangeoire différents<br>10 fientes / tiers de surface bâtiment. |
| Total             |                        | 30                 |                                                             | 45 prélève-ts                                                                                                 | 1350 prélèvements                                                                                                                                                                                              |
| Abattoirs         | Période                | Nombre D'abattoirs | Type de prélèvement                                         | Nombre de prélèv./ abat.                                                                                      | Modalités de prélèvements                                                                                                                                                                                      |
| Première campagne | Oct. 2005 à mai 2006   | 15 (18)            | Peau du cou<br>Foie                                         | 5 prélèvements<br>5 prélèvements                                                                              | 10 g de peau/ poulet<br>10 g de foie de chaque poulet                                                                                                                                                          |
| Total             |                        | 15                 |                                                             | 10                                                                                                            | 150 prélèvements                                                                                                                                                                                               |
| Seconde campagne  | Sept. 2006 A mars 2007 | 15 (18)            | Chiffonnettes<br>Chiffonnettes<br>Foie<br>Peau du cou       | 2 pools de 2 et 1 prélèvt.<br>1 pool de 3 prélèvements<br>3 pools de 5x5g de foie<br>3 pools 5x5g peau du cou | 2 chif. / table de travail et 1 chiff. pour instruments.<br>3 chif. les murs<br>5 g de foie de chaque poulet<br>5 g de peau du cou de chaque poulet                                                            |
| Total             |                        | 15                 |                                                             | 36 prélèvt                                                                                                    | 540 prélèvements                                                                                                                                                                                               |

**1.3 : Bactériologie:** Notre protocole a été inspiré des deux méthodes de référence suivantes : AFNOR Agence Française de Normalisation) NF U 47- 100 et NF U 47- 101 de février 2005, respectivement relatives à l'isolement et à l'identification des sérovars de salmonelles dans l'environnement des productions animales et chez les oiseaux. Les analyses ont été réalisées au laboratoire d'Hygiène et Inspection des Denrées Alimentaires d'Origine Animales du Département des Sciences Vétérinaires, de l'Université Mentouri.

Les prélèvements ont été pré enrichis à l'eau peptonnée tamponnée (Difco, le pont de Claix, France) au 1/10, homogénéisés pendant 2 mn dans un stomacher (Seward, Angleterre) et incubés à 37 °C pendant 16 à 20 h. 2 ml et 1 ml de ce bouillon, ont été utilisés pour inoculer respectivement, 20 ml de bouillon sélénite cystine (Diagnolab, Barcelone, Espagne) et 10 ml de bouillon Muller- Kauffmann au Tétrathionate- novobiocine (MKTn)(Merck, Darmstadt, Allemagne), qui ont été incubés à 37 °C pendant 18 à 24 h.



Durant la seconde campagne, nous avons utilisé le bouillon Rappaport Vassiliadis Soja (RVS) en lieu et place du bouillon sélénite cystine et nous avons inoculé seulement 0,1 ml du pré-enrichissement dans 10 ml de bouillon RVS, que nous avons incubé à 42 °C pendant 18 à 20 h. Après cela, une boîte de Pétri contenant la gélose Hektoen (Biokar, Beauvais, France) a été ensemencée et incubée à 37 °C pendant 18 à 24 h. 2 à 3 colonies caractéristiques (suspectes) sont alors prélevées et ensemencées sur gélose Hektoen en vue de la purification, alors que les boîtes sans colonies caractéristiques de salmonelles, étaient ré-incubées encore pendant 24h. Ensuite, les colonies étaient confirmées par les tests biochimiques grâce d'abord au bouillon TSI (Tri-Sugar-Iron : Biokar, Beauvais, France), puis grâce aux galeries API 20 E (Bio Merieux, Marcy l'étoile, France). La confirmation sérologique était réalisée par agglutination sur lame, grâce au sérum polyvalent anti O (Diagnostics Pasteur, Paris, France), au service de microbiologie du C.H.U. de Constantine.

#### 1.4. Caractérisation phénotypiques des salmonelles

**1.4.1. Sérotypage:** Le sérotypage a été effectué au Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur la Qualité des Aliments et des Procédés agroalimentaires (LERQAP) de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) de Maisons-Alfort, Paris (France) par agglutination sur lame à l'aide d'une culture fraîche des salmonelles et des sérums appropriés. Il a d'abord été vérifié que les isolats n'étaient pas en phase rugueuse (Rough: R) ou auto agglutinables, en observant qu'aucune agglutination n'apparaissait en les mélangeant à une goutte d'eau physiologique.

Les sérotypes sont déterminés en utilisant d'abord les sérums O polyvalents ou sérums mélange (Diagnostics Pasteur, Paris, France), puis par les sérums monovalents anti O et anti H.

Enfin le tableau de Kauffmann-White, est utilisé pour la détermination de la formule antigénique et lecture des résultats du sérotypage.

**1.4.2. Antibiotogrammes:** Les antibiotogrammes ont été réalisés au laboratoire d'Etudes et de Recherches sur la Qualité des Aliments et des Procédés Agroalimentaires de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA-LERQAP) de Maisons Alfort, Paris. Ils sont réalisés selon la méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton Agar, pour 16 disques d'antibiotiques (BIORAD), selon les recommandations du Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (CA-SFM, 2006).

Après une culture bactérienne de 18 à 24 h en bouillon Trypticase-soja à 37 °C, des géloses Mueller Hinton sont

inondées par les suspensions bactériennes, en diluant l'inoculum au 1/1000, pour obtenir l'équivalent de 10<sup>6</sup> CFU/ml. La lecture s'effectue après 18 à 20 h d'incubation à 37°C. Les mesures des diamètres des zones d'inhibition sont réalisées par un automate de lecture: OSIRIS system (BIORAD), puis les résultats sont interprétés selon les critères du comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (CA-SFM).

**1.5. Analyses statistiques :** Les analyses des résultats ont été conduites par des méthodes statistiques classiques, avec les tests de  $\chi^2$  et le calcul des odds ratios avec un intervalle de confiance à 95 % en s'aidant du logiciel EPI-INFO.

## 2. RESULTATS

**2.1. Questionnaires :** Les résultats obtenus à travers les questionnaires nous ont permis de connaître et de classer les 30 élevages et les 15 abattoirs, desquels nos prélèvements ont été collectés.

Tous les animaux étaient de la race ISA BROWN, âgés entre 50 et 65 jours, pesant autour de 2,2 et 3, 4 kg, ne présentant aucun signe de diarrhée ou d'une autre quelconque maladie, et toutes les carcasses étaient en bon état et de moyenne ou de bonne conformation.

**2.1.1. Caractéristiques des élevages:** Les élevages ont été classés, sur la base de leur capacité de production, en 2 catégories.

La première catégorie montre une production comprise entre 1500 et 3000 sujets par bande de poulets. La seconde catégorie a une production comprise entre 3001 et 5000 sujets par bande élevée.

On note que 56 % (9/16) de la première catégorie produisaient 4 bandes par an, 44 % (7/16) avaient une densité d'animaux supérieure à 11 poulets par m<sup>2</sup>, 81 % (13/16) utilisaient une litière en paille hachée. 11/16 (69 %) étaient construits en structure mixte (murs en dur et toit en plaques de zinc), la moitié d'entre eux (8/16) n'avaient qu'un employé, 13/16 (81,2 %) n'avaient pas de clôture et 14/16 (87,5 %) donnaient accès libre à d'autres animaux tels les bovins, ovins, dinde, chiens et chats. Enfin, 10/16 (63 %) ne faisaient pas appel au vétérinaire durant l'élevage et que l'hygiène globale était évaluée visuellement comme très mauvaise dans 88 % des cas (13/16).

**2.1.2. Caractéristiques des abattoirs :** Les abattoirs ont été classés là aussi selon leur capacité de production, en 2 catégories : Les abattoirs à petite production (800 à 1500 sujets abattus par jour) et les abattoirs à grande capacité de production (1500 et plus sujets abattus par jour).

La catégorie à petite production était la plus fréquente



(11/15) et se caractérisait par l'accès des chiens et /ou des chats à son enceinte, par une pratique de ressuyage à l'air libre dans 8 cas sur 11 (72,7 %). 7/11(63,6 %) des abattoirs n'avaient pas de chambre froide fonctionnelle, 7/11 (63,6 %) étaient entourés d'habitations, 9/11 (81,8) utilisaient une eau provenant de sources ou de puits qui ne sont pas contrôlés ou suivis de manière rigoureuse. Enfin, leur hygiène était visuellement évaluée très faible.

**2. 2. Prévalence de contamination du poulet de chair en élevages et abattoirs:** Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau n° 2.

**Tableau n° 2 :** Prévalence des salmonelles dans les élevages de poulet de chair et abattoirs de volailles de la wilaya de Constantine.

|                    | 1 <sup>ère</sup> campagne |        | 2 <sup>ème</sup> Campagne |         | Les 2 camagns |         |
|--------------------|---------------------------|--------|---------------------------|---------|---------------|---------|
|                    | %                         | n/N    | %                         | n/N     | %             | n/N     |
| Elevages positifs  | 16,66                     | 5/30   | 36,66                     | 11/30   | 36,66         | 11/30   |
| Prélèv. positifs   | 1,55                      | 7/450  | 1,69                      | 23/1350 | 1,66          | 30/1800 |
| Abattoirs positifs | 26,66                     | 4/15   | 33,33                     | 5/15    | 53,33         | 8/15    |
| Prélèv. positifs   | 8                         | 12/150 | 2,4                       | 13/540  | 3,62          | 25/690  |

**2.3. Distribution des sérotypes :** Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau n° 3.

**Tableau n° 3:** Principaux sérotypes de *Salmonella* isolés des élevages de poulet de chair et des abattoirs de volaille dans la wilaya de Constantine.

|                       | N=30 |    | %    | Abattoir |    | %  | Total | %    |
|-----------------------|------|----|------|----------|----|----|-------|------|
|                       | C1   | C2 | %    | C1       | C2 | %  | C1C2  | %    |
| <i>S.hadar</i>        | 2    | 6  | 26,6 | 7        | 5  | 48 | 20    | 36,3 |
| <i>S. virchow</i>     | 0    | 6  | 20   | 1        | 2  | 12 | 9     | 16,3 |
| <i>S. infantis</i>    | 4    | 2  | 20   | 0        | 0  | 0  | 6     | 10,9 |
| <i>S. typhimurium</i> | 0    | 0  | 0    | 3        | 2  | 20 | 5     | 9,09 |
| <i>S. alban</i>       | 0    | 4  | 13,3 | 0        | 2  | 8  | 6     | 10,9 |
| <i>S. carnic</i>      | 0    | 4  | 13,3 | 0        | 0  | 0  | 4     | 7,27 |
| <i>S. enteritidis</i> | 0    | 0  | 0    | 0        | 2  | 8  | 2     | 3,63 |
| <i>S. heidelberg</i>  | 0    | 1  | 3,33 | 0        | 0  | 0  | 1     | 1,81 |
| <i>S. rissen</i>      | 1    | 0  | 3,33 | 0        | 0  | 0  | 1     | 1,81 |
| <i>S. montevideo</i>  | 0    | 0  | 0    | 1        | 0  | 4  | 1     | 1,81 |

C1:Campagne1; C2: Campagne2

**2.4. Résistances aux antibiotiques:** Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau n° 4.

**Tableau n° 4:** Résistance aux antibiotiques des souches de salmonelles isolées des élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine.

| Source de prélèv. | Elevages  |           | Abattoirs |           | Total |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
|                   | 1500-3000 | 3001-5000 | 800-1500  | 1501 et + | 55    |
| Souches testées   | 19        | 11        | 24        | 1         |       |
| AM                | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| AMC               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| CTX               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| C                 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| CF                | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| CAZ               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| SXT               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| SSS               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| GM                | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| S                 | 6         | 7         | 18        | 0         | 31    |
| K                 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| TE                | 3         | 5         | 11        | 0         | 19    |
| CS                | 0         | 0         | 0         | 0         | 0     |
| NA                | 7         | 4         | 4         | 0         | 15    |
| OFX               | 3         | 2         | 2         | 0         | 7     |
| ENR               | 1         | 0         | 0         | 0         | 1     |

AM : Ampicilline, AMC : Amoxicilline + Ac. Clavulanique, CTX : Céfotaxime, C : Chloramphénicol, CF : Céfaloine, CAZ : Cefazidime, SXT : Triméthoprim + sulfaméthoxazole, SSS : Sulfamides, GM : Gentamicine, S : Streptomycine, K : Kanamicine, TE : Tétracycline, CS : Colistine, NA : Acide Nalidixique, OFX : Ofloxacin, ENR : Enrofloxacin.

**2.4.1 - Profils d'antibio-résistance :** Les résultats sont résumés dans le tableau n° 5.

**Tableau n° 5:** Caractéristiques de l'antibio-résistance des sérotypes isolés

| Sérotypes             | Nombre d'isolats |    |    |    |    |                        |
|-----------------------|------------------|----|----|----|----|------------------------|
|                       | S                | MR | BR | TR | QR | Profil                 |
| <i>S.hadar</i>        | 0                | 0  | 0  | 0  | 0  | TE, S, S, NA, OFX, ENR |
| <i>S. alban</i>       | 0                | 0  | 0  | 4  | 2  | S, NA, OFX.            |
| <i>S. typhimurium</i> | 0                | 4  | 0  | 0  | 0  | S, NA                  |
| <i>S. infantis</i>    | 2                | 4  | 0  | 0  | 0  | NA                     |
| <i>S. virchow</i>     | 7                | 2  | 0  | 0  | 0  | NA                     |
| <i>S. heidelberg</i>  | 0                | 0  | 0  | 1  | 0  | S, NA, OFX.            |
| <i>S. rissen</i>      | 0                | 1  | 0  | 0  | 0  | NA                     |
| <i>S. carnic</i>      | 4                | 0  | 0  | 0  | 0  | S                      |
| <i>S. enteritidis</i> | 2                | 0  | 0  | 0  | 0  | S                      |
| <i>S. montevideo</i>  | 1                | 0  | 0  | 0  | 0  | S                      |

S: Sensible, MR:Mono-Résistant, BR:Bi-Résistant, TR: Tri-Résistant, QR:Quadri-Résistants.



### 2.4.2-Sources et profils d'antibio-résistance des sérotypes : Les résultats sont résumés dans le tableau n° 6.

**Tableau n° 6 :** Sources des profils antibiotiques

| Sérotypes             |          | Nombre de sérotypes |    |    |               |
|-----------------------|----------|---------------------|----|----|---------------|
|                       |          | Testés              | R  | MR | Profils       |
| <i>S.hadar</i>        | Elevage  | 8                   | 8  | 8  | 8TE,S         |
|                       | abattoir | 12                  | 12 | 12 | 12TE,S        |
| <i>S. albanus</i>     | Elevage  | 4                   | 4  | 4  | 1S,NA,OFX,ENR |
|                       | abattoir | 2                   | 2  | 2  | 3S,NA,OFX     |
| <i>S. typhimurium</i> | Elevage  | 0                   | 0  | 0  | S,NA,OFX      |
|                       | abattoir | 5                   | 5  | 1  | -             |
| <i>S. infantis</i>    | Elevage  | 6                   | 2  | 0  | 1S,NA         |
|                       | abattoir | 0                   | 0  | 0  | 4S            |
| <i>S. virchow</i>     | Elevage  | 6                   | 1  | 0  | 2NA           |
|                       | abattoir | 3                   | 1  | 0  | -             |
| <i>S. heidelberg</i>  | Elevage  | 1                   | 1  | 1  | 1NA           |
|                       | abattoir | 0                   | 0  | 0  | 1NA           |
| <i>S. rissen</i>      | Elevage  | 1                   | 1  | 0  | 1S,NA,OFX     |
|                       | abattoir | 0                   | 0  | 0  | -             |

R : Résistant, MR: Multi-Résistant, TE : Tetracycline, S : Streptomycine, NA : Acide Nalidixique, OFX : Ofloxacin, ENR : Enrofloxacin

**2.5 : facteurs de risques potentiels :** A partir des questionnaires, une quinzaine de facteurs de risques potentiels pour les élevages et autant pour les abattoirs ont été recensés. Des calculs de cas et de témoins ont ensuite été effectués et des analyses statistiques réalisées, pour déterminer que seuls quatre facteurs qui concernaient exclusivement les élevages étaient statistiquement significatifs (Tableau n° 7).

**Tableau n° 7 :** Facteurs de risques liés à la contamination par les salmonelles, statistiquement significatifs

| Facteurs de risque                                                  | Cas | Témoins | $\chi^2$ | p $\alpha$ | OR   | Intervalle de Confiance |
|---------------------------------------------------------------------|-----|---------|----------|------------|------|-------------------------|
| A/DA: 6 à 10 sujets/m <sup>2</sup> 11 sujets et plus/m <sup>2</sup> | 2   | 12      | 5,66     | <0,02      | 7,7  | ]1,28-4,63[             |
|                                                                     | 9   | 7       |          |            |      |                         |
| B/ Taux mortalité: 10à15% de la bande 15à20                         | 1   | 11      | 7,17     | <0,01      | 13,5 | ]1,45-130[              |
|                                                                     | 10  | 8       |          |            |      |                         |
| C/ Sol: Terre battue Béton                                          | 6   | 1       | 9,2      | <0,01      | 21   | ]2-223[                 |
|                                                                     | 5   | 18      |          |            |      |                         |
| D/ Accès aux autres animaux : Oui NON                               | 9   | 8       | 4,67     | <0,05      | 6,18 | ]0,64-14[               |
|                                                                     | 2   | 11      |          |            |      |                         |

DA: Densité des Animaux

## 3. DISCUSSIONS

### 3.1 : Etude des questionnaires

**3.1.1 : Elevages:** Le nombre d'élevages de la première catégorie (1500 – 3000 sujets /bande) était de 16, alors que ceux de la deuxième catégorie (3001 – 5000 sujets /bande) était au nombre de 14.

Les élevages correspondent à des investissements très faibles et sont presque toujours de taille fort modeste (capacité moyenne de 3000 sujets par bande), ne possédant en général qu'un seul bâtiment (21/30) avec une densité variant toujours entre 8 et 12 sujets / m<sup>2</sup>, ils sont de structure généralement (23/30) mixte (murs en dur et toit en plaques de zinc) ou légère (murs en briques de terre ou en bois et toit en plaques de zinc).

L'équipement se limite au strict minimum (mangeoires, abreuvoirs et radiants de chauffage) avec inexistance de systèmes de ventilation et d'isolation pour 22 élevages sur 30 ; Alors que l'hygrométrie est complètement méconnue et se traduit par une absence totale d'hygromètre dans les bâtiments, ce qui se traduit par des problèmes de maîtrise de l'ambiance, notamment en saison chaude.

De la même manière l'éclairage n'est pas maîtrisé, ainsi même si nous avons noté une grande variabilité entre les élevages, une forte intensité lumineuse est enregistrée.

Le sol est dans 23/30 cas en béton et dans 22 cas / 30 couvert par une litière de paille hachée. 23 élevages parmi les 30 étudiés n'avaient pas de clôture et donnaient libre accès aux animaux (bovins, ovins, dinde, chiens et chats) dans 26 cas.

La provenance de l'eau d'abreuvement est pour 21 élevages / 30, les sources et les puits qui ne sont pas contrôlés, ni suivis par les services compétents.

Le niveau de performance de ces élevages privés tient à la nature extensive des processus de production sus cités, qui se traduisent par un allongement du cycle d'élevage, un gaspillage d'intrants et des taux de mortalité excessifs. Par ailleurs, le sous équipement chronique des ateliers, n'autorise pas une utilisation rationnelle et optimale des intrants industriels (aliments avicoles, matériel biologique, produits vétérinaires) par les producteurs dont l'effet transparaît à travers une structure de coûts défavorable. En effet, le recours massif à l'usage des produits vétérinaires, considérés par des éleveurs comme la panacée face aux incohérences de la conduite de l'élevage, ne fait que grever leurs coûts de production.

Ces résultats correspondent bien aux résultats relevés par Kaci et coll. 2001 [27], pour un travail réalisé sur 76 exploitations du centre du pays.



**3.1.2. Abattoirs :** Nous relevons d'abord que l'emplacement des abattoirs ne répond pas aux exigences de la législation en matière d'urbanisme et ne tient pas compte de l'environnement, de la direction des vents, des routes d'accès, des oueds ou cours d'eau et surtout pas des moyens d'évacuation des eaux usées. En effet, les propriétaires trouvent d'énormes difficultés et provoquent de graves problèmes par l'emplacement des abattoirs dans des agglomérations ou très proches (odeurs et risques de contamination), avec des accès parfois très difficiles, particulièrement en hiver. Des approvisionnements en eau très pénibles, ce qui les pousse à des restrictions ou à des approvisionnements suspects. L'évacuation des eaux usées est souvent réalisée dans les oueds et les cours d'eau à ciel ouvert.

Les infrastructures se limitent sauf dans de rares cas à un bâtiment avec un nombre limité de locaux, souvent sans respect des principes de marche en avant, de non entrecroisement et de séparation des secteurs souillés et secteurs propres.

Les sols sont toujours cimentés, parfois plats et rugueux avec des anfractuosités, généralement sans caniveaux d'évacuation des eaux usées, ce qui favorise leur stagnation et la multiplication bactérienne. Les murs sont toujours bâtis en dur et recouverts dans 75 % des cas, de carreaux de faïences, alors que les plafonds sont pour 60 % des abattoirs en béton, le reste en plaques de zinc ou de tôle. La majorité des abattoirs ne possèdent pas de vestiaires, pas de sanitaires, ni locaux pour le matériel. Ces conditions ne permettent en aucun cas de répondre aux principes d'aménagement d'un abattoir.

Les équipements sont dans l'ensemble rudimentaires pour 9 abattoirs sur 15, soit un matériel fabriqué traditionnellement en tôle galvanisée, hormis pour la plumaie ou le travail est réalisé par une machine à disques rotatifs portant des doigts en caoutchouc, ce qui rend le travail difficile et nécessitant l'utilisation d'une main d'œuvre plus importante et donc plus de manipulations, d'où risque de contaminations réciproques.

Le fonctionnement est jugé anarchique, désordonné et non hygiénique, ne respectant pas les règles universelles de fonctionnement des abattoirs. En effet, toutes les étapes sont manuelles, l'échaudage n'est pas approprié car la température n'est pas contrôlée, l'eau n'est pas renouvelée et les ruptures des viscères sont très fréquentes. Le sang n'est pas récupéré, pis encore, il est rejeté avec les eaux usées. Les intestins, plumes et autres déchets ne sont pas collectés, ni détruits mais jetés dans les décharges publiques.

L'hygiène est jugée de visu déplorable pour la plupart des abattoirs car les opérations de nettoyage et de désinfection sont insuffisantes par manque d'eau et souvent absence de désinfectants.

75 % du personnel n'est pas du tout instruit et bien qu'en général expérimenté, le personnel n'est pas sensibilisé sur les dangers qu'il encoure ni sur l'importance de l'hygiène. Les ouvriers travaillent avec des effets vestimentaires qui ne sont pas spécifiques et pas du tout appropriés, le manque d'eau ne permettant pas des lavages fréquents des mains et les visites médicales ne se font qu'en cas de soucis sanitaires ou d'urgences.

L'inspection post mortem s'effectue en début de soirée, dans des conditions peu pratiques, en termes de luminosité naturelle et déplacement sur des voies d'accès aux abattoirs très difficiles pour les vétérinaires.

Les abattoirs avicoles surtout ceux de la première catégorie (800 à 1500 sujets par jour) présentent en général des conditions très faibles au regard de la gestion et des techniques pratiquées et sans aucun respect des normes d'abattage. Au contraire de la deuxième catégorie (1500 sujets et plus par jour) qui présente un fonctionnement avec chaîne mécanisée et pratique des techniques de gestion et d'abattage qui ne sont peut-être pas parfaites mais respectent certains principes et normes d'abattage.

**3.2. Prévalence de contamination des élevages et abattoirs :** La prévalence de contamination par les salmonelles dans les élevages de poulet de chair de la wilaya de Constantine pour les 2 campagnes est de 36,66 % (11/30). Ce dernier résultat représente un taux élevé de contamination mais en accord avec des prévalences retrouvées il y a quelques années dans certains pays d'Europe. Ainsi en Belgique, en 1998, la prévalence était évaluée à 36,1 % (prélèvements de fèces dans 122 élevages) ; Aux Pays Bas et toujours en 1998, elle était évaluée à 31,8 % (192 élevages étudiés) ; En France, en 1986, la prévalence était estimée à 53,3 % (180 élevages, sur des prélèvements de fèces).

Dans d'autres pays, tels, l'Australie en 1984, la prévalence était de l'ordre de 46 %, mais pour seulement 13 élevages étudiés et de 57,1 % au Japon, en 1995-1996 et pour 35 élevages étudiés [8].

En d'autres temps, la prévalence était estimée en France, à 69,8 % [33] ; à 41,3 % en Turquie [17] et au Sénégal en 2000-2001 à 28,6 % (70 élevages étudiés et prélèvements de fèces) [16].

Au contraire les dernières années et grâce probablement aux performances des programmes de contrôle de la communauté européenne, les contaminations par les salmonelles semblent décliner dans la plupart des états européens. Ainsi, la prévalence était estimée de 1 à 11 % en 2005, avec des taux très bas en Scandinavie et des taux très élevés dans les pays du sud de l'Europe (Grèce, Espagne, Italie) [36].



En 2006, une étude de surveillance de la communauté européenne, signalait une prévalence autour de 9 % des élevages de poulet de chair pour 390 élevages étudiés [19]. Encore plus récemment, pour une étude conduite par l'autorité européenne de sécurité alimentaire (EFSA : European Food Safety Authority), d'octobre 2005 à septembre 2006, sur la filière chair, 3 semaines avant l'abattage, a montré une prévalence de *Salmonella* spp. autour de 23,7 %. Les taux étaient considérés variables, allant de 68,2 % en Hongrie à 0 % en Suède, la France ayant présenté une prévalence de 6,2 % [21].

Bien sûr, notre proportion d'élevages infectés par *Salmonella* doit être interprétée avec précaution car notre étude n'a pas concerné toutes les régions d'Algérie et que par conséquent la comparaison de nos chiffres à ceux d'autres pays, serait absurde ; Néanmoins, nous avons prélevé 30 élevages sur les 63 élevages fonctionnels dans la wilaya de Constantine et en tenant compte des caractéristiques fortement semblables des élevages à travers toute l'Algérie [27], ce qui nous laisse penser que notre échantillonnage est représentatif. Les prélèvements et les autres données ont été effectués par la même personne, ce qui pourrait contribuer à la répétabilité des résultats.

Cette prévalence que nous souhaitons confondre avec la prévalence en Algérie pour les raisons sus- citées, serait probablement sous estimée car nous ne nous sommes pas intéressés au sérotype *Pullorum Gallinarum* et que nous n'avons étudié que le poulet de chair, sinon la tâche aurait été énorme, surtout qu'il est connu que les salmonelles non typhiques peuvent être masquées par le sérotype *Pullorum Gallinarum*, qui est de surcroît le plus fréquent en Afrique du nord [15].

Le taux relativement élevé de la prévalence peut être expliqué par plusieurs facteurs, nous citerons en premier, le non respect des normes et les très faibles pratiques de gestion des élevages. Deuxièmement, l'absence des programmes de surveillance et de contrôle des salmonelles non typhiques au niveau des couvoirs et des élevages privés, où les prix les plus attractifs sont proposés aux éleveurs et consommateurs, surtout pour des pathologies sans symptômes apparents et sans des taux de mortalité trop élevés.

En première campagne de notre étude, la prévalence de contamination du poulet de chair par les salmonelles non typhiques était de 16,66 % (5/30) (I.C à 95 %,] 6,66 – 26,66 [), alors qu'en seconde campagne, la prévalence était de 36,66 % (11/30) (I.C à 95 %, [24, 66]). Les 5 élevages de la première campagne sont inclus dans les 11 élevages de la seconde campagne. La différence entre les deux campagnes était statistiquement significative ( $p < 0,001$ ) et peut être expliquée par le nombre de prélèvements qui a augmenté de 450 en première campagne à 1350 prélèvements et au changement de protocole, réajusté en seconde campagne.

Pour les abattoirs et pour les deux campagnes, la prévalence de contamination des carcasses par les salmonelles était de 53 % (8/15). L'étude est quasi exhaustive, puisque 15 des 18 abattoirs fonctionnels de la wilaya de Constantine, ont été prélevés par le même opérateur et que les 3 abattoirs non prélevés sont de même typologie. La prévalence en première campagne était de 26,66 % (4/15) et 33 % (5/15) en seconde campagne. Seul un même abattoir a été positif dans les 2 campagnes et que la différence entre ces dernières n'a pas été statistiquement significative.

Nous remarquons d'abord, que la prévalence au niveau des abattoirs (53 %) est plus importante que celle des élevages (36,66 %), ceci est expliqué par l'accumulation des conditions favorables aux contaminations réciproques par les salmonelles. Entre autres, l'eau, les instruments et la multiplication des manipulations inhérentes au conditionnement que subissent les carcasses, les conditions d'humidité et de chaleur offertes au niveau des abattoirs et permettant la multiplication des salmonelles, mais aussi, les conditions d'abattage et d'hygiène tout au long de la chaîne d'abattage.

Les résultats sont aussi expliqués par les conditions environnementales de nettoyage et de désinfection insuffisantes, par les conditions d'hygiène insignifiantes et par l'inconscience des propriétaires et des ouvriers. C'est ainsi que Bell et Kyriakides, 2002 [13], ont rapporté que la prévalence en élevage était toujours amplifiée en abattoir, car les contaminations survenaient tout au long de la chaîne d'abattage.

D'un autre côté, la proportion de prélèvements positifs, était relativement faible : 30 / 1800 prélèvements (1,66 %) dans les élevages et 25 / 690 prélèvements (3,62 %) dans les abattoirs. Ces résultats sont en accord avec les rares études réalisées en Afrique du nord [15] ; [2] en Algérie ; [25] en Tunisie et Maaroufi et al. 1999 au Maroc, cité par Aboun et al. [2].

Ces résultats d'isolements très faibles, peuvent être expliqués d'abord par le stress que subissent les prélèvements lors de leur transport puis leur conservation sous régime de froid, avant d'être analysés. En effet, certaines souches et sérotypes sont affectés ou alors des bas niveaux de contamination peuvent ne pas être isolés ou identifiés après mise sous froid.

Ces niveaux d'isolement peuvent aussi être expliqués par l'utilisation prophylactique d'antibiotiques contre les salmonelles ou autres pathologies, ce qui limiterait le nombre de salmonelles mais pas l'assainissement des élevages et par conséquent réduit les chances de les isoler.

L'exclusion compétitive par toutes les autres flores [34] pourrait aussi expliquer la relative faiblesse des résultats. En



effet, les conditions très faibles d'élevage et d'abattage de la filière chair de nos abattoirs [15]; [27] et [2] favorisent la recrudescence des différentes flores bactériennes qui sont mises en compétition entre elles, selon le principe très connu de Nurmi et Rantala [34].

**3.3 : Distribution des sérotypes :** La distribution des sérotypes a montré une prédominance de *S. hadar* (36 %, n=20), suivi de *S. virchow* (16 %, n=9), *S. infantis* et *S. alban* (11 %, n=6 pour chacun). *S. typhimurium* (9 %, n=5), *S. carnac* (7 %, n=4), *S. enteritidis* (4 %, n=2) et *S. heidelberg*, *S. montevideo* et *S. rissen* avec un isolat chacun.

*S. hadar* a été isolé en proportions équivalentes en première et en seconde campagne et aux mêmes proportions en élevages et abattoirs de volailles. Cela peut suggérer que les souches de ce sérotype seraient résidentes dans ces élevages et abattoirs ; cette situation peut être liée aux mauvaises conditions d'élevage et d'abattage et aux nombreuses fautes des pratiques de gestion et de travail. En effet, il est reconnu que si l'élevage est infecté par *Salmonella*, la bactérie peut persister si les procédures de nettoyage et de désinfection ne sont pas adéquates [29].

*S. hadar* est aussi le plus fréquemment isolé dans la filière volaille au Canada [18] et en France [33]; [14]. Dans un récent rapport de l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), il a été rapporté que *S. hadar* est le sérotype le plus fréquent en filière poulet de chair, suivi de *S. infantis* et *S. virchow* [3].

Nos résultats ont montré de leur côté que *S. Virchow* n'a été retrouvé qu'une seule fois en abattoirs durant la première campagne. Au contraire, il a été isolé six fois en élevage et deux fois en abattoirs durant la seconde campagne. Ceci peut être expliqué selon plusieurs auteurs par le fait que certains sérotypes peuvent apparaître ou disparaître inexplicablement d'une année à une autre [22], [19].

Ces variations de mise en évidence de ce dernier sérotype doivent être interprétées avec précaution, car nous pensons que les protocoles de prélèvements et d'analyses de la seconde campagne sont plus adéquats à l'isolement et à l'identification des salmonelles. Les protocoles utilisés en première campagne étaient dictés par des circonstances purement économiques en ce moment.

*S. infantis* a été retrouvé seulement dans les élevages : 4 souches en première campagne et 2 souches en seconde. Ce sérotype est lui aussi commun en filière volaille, cependant les souches de ce sérotype n'ont pas été isolées en abattoirs de la wilaya de Constantine à la même période. Il est possible que cela serait dû au fait que certains élevages abattaient leurs volailles dans des abattoirs de wilayas limitrophes.

*S. enteritidis* et *S. typhimurium* n'ont pas été isolés en

élevages, alors qu'ils ont été souvent isolés de prélèvements de volailles à travers le monde [23] et en Algérie ces dernières années, mais avec des conditions différentes. Dans une étude conduite entre 1998 et 2002 à l'Institut Pasteur d'Alger, sur 51826 prélèvements de la filière volaille, 232 souches ont été isolées durant les 5 années de collecte des données. Parmi les souches recueillies, 48 % (n=112) appartenaient au sérotype *S. enteritidis*, 12 % (n=27) au sérotype *S. virchow*, 11 % (n=26) au sérotype *S. pullorum gallinarum* et seulement 6 % (n=14) au sérotype *S. hadar* [2]. Mais dans cette étude les prélèvements provenaient de tous les types d'élevages de volaille et comprenaient les pondeuses, les œufs, les poussins, la dinde, etc...

*S. alban*, *S. carnac* et *S. rissen* ne sont pas du tout communs à la volaille, ils proviendraient vraisemblablement de l'environnement et particulièrement des autres espèces animales qui ont libre accès aux élevages (bovins, ovins, dinde, pigeons, reptiles, insectes et rongeurs).

Ces derniers sérotypes n'étaient pas habituellement isolés en Algérie ou même en Afrique du nord. A notre humble connaissance, leur isolement est une première dans cette partie du monde ; Nous pensons qu'ils auraient pu être importés avec le poussin ou dans les œufs.

**3.4. Résistance aux antibiotiques :** La résistance des salmonelles à la streptomycine est assez commune et a concerné 56 % (n=31) des souches isolées, tandis que 34,5 % (n=19) des isolats ont été résistants aux tétracyclines, 27 % (n=15) à l'acide nalidixique et seulement 7 isolats étaient résistants aux fluoroquinolones. Cette assez importante proportion d'isolats résistants à l'acide nalidixique, n'est pas très surprenante, au regard de l'augmentation importante des résistances à cette molécule observée dans beaucoup de pays au cours de ces dernières années [1].

Un taux élevé (80 %) d'isolats de salmonelles a été trouvé résistant à au moins un antibiotique, alors que presque la moitié des isolats était résistante à deux molécules ou plus, mais leur vaste majorité concernait seulement la streptomycine et les tétracyclines, qui sont d'anciennes molécules largement utilisées en première intention. La résistance à ces molécules est assez connue et serait généralement due à un gène plasmidique qui peut être acquis assez facilement par les bactéries.

La présence d'isolats résistants aux fluoroquinolones est beaucoup plus inquiétante, car ces molécules d'antibiotiques sont parmi les derniers recours pour le traitement des salmonelloses humaines sévères. Cela pourrait être lié, à l'utilisation non prudente contre d'autres affections, ou illicite de ces molécules en additifs alimentaire, ou même à des gènes acquis [1]. Fort heureusement, aucune résistance aux céphalosporines de troisième génération (3GC) n'a été



mise en évidence, au contraire des récentes observations dans un service de Néonatalogie à Constantine [31].

D'un autre côté, aucune différence significative n'a pu être constatée entre les deux catégories d'élevages (grande et petite capacité de production); Des chiffres presque équivalents (20 et 18 isolats résistants respectifs) ont été isolés dans les deux catégories d'élevages.

Seuls deux sérotypes à savoir *S. heidelberg* et *S. albania*, ont montré une résistance aux fluoroquinolones. Au contraire, tous les isolats de *S. Hadar* se sont avérés résistants à seulement le couple de molécules Streptomycine – tétracyclines. Malheureusement, les données sur les antibiotiques utilisés en élevages ne sont pas disponibles.

Les isolats de *S. virchow* étaient presque tous sensibles à tous les antibiotiques testés, néanmoins, 22 % de ces derniers étaient résistants à l'acide nalidixique. Ces isolats étaient exclusivement isolés en seconde campagne, ceci pourrait s'expliquer par un essai de traitement isolé, destiné à une quelconque pathologie.

Les souches de *S. Infantis* se sont avérés presque toutes (67 %) résistantes à l'acide nalidixique et ont été isolées en première campagne, alors que toutes celles isolées en seconde campagne étaient sensibles à toutes les molécules d'antibiotiques testées. Les différents profils de résistance indiqueraient donc que différents clones ont circulé durant respectivement, la première et la seconde campagne. C'est ainsi qu'il serait intéressant et nécessaire de procéder ultérieurement à des caractérisations génotypiques pour confirmer notre hypothèse et vérifier si la plupart des profils ont été présents dans la wilaya de Constantine, durant la période de notre étude.

Au contraire, pour *S. hadar*, les mêmes profils ont été mis en évidence dans les élevages et dans les abattoirs, ainsi que durant les deux campagnes, d'où la nécessité de caractérisations plus poussées pour confirmer les voies de transmission.

*S. typhimurium* a été trouvé seulement dans les abattoirs. Ces isolats ont montré deux profils de résistance différents, leur origine pourrait être le poulet de chair et la dinde; en effet, cette dernière est abattue dans les mêmes abattoirs que le poulet de chair, ce qui pourrait les contaminer à travers les équipements, les ustensiles de travail ou même les ouvriers.

**3.5. Facteurs de risques potentiels :** L'étude des questionnaires nous a permis de sélectionner quelques facteurs de risques potentiels pour les élevages et les abattoirs. Seuls quatre facteurs associés à la contamination par les salmonelles dans les élevages se sont avérés statistiquement significatifs et aucun pour les abattoirs. Ces derniers facteurs ont été souvent rapportés dans les études et

la littérature internationale mais c'est la première fois que ce type de données est disponible en Algérie.

La densité des volailles dans le bâtiment (O.R=7,7 ; I.C à 95 %] 1,28 – 46,3], montrait une association statistiquement significative aux contaminations par les salmonelles : Les élevages de poulet de chair où la densité est au dessus de 11 sujets / m<sup>2</sup> avaient un taux de contamination plus faible que celui des élevages de densité inférieure à 11 sujets / m<sup>2</sup>.

Ces résultats sont en contradiction avec la littérature, qui rapporte que la forte densité est un facteur de risque favorisant [26], [27]; mais ce résultat n'est pas du tout surprenant et peut être expliqué par le caractère rudimentaire des élevages à basse densité, où l'investissement est très faible avec de très pauvres conditions hygiéniques qui favoriseraient l'installation et la persistance des salmonelles dans ces élevages [27], [33].

Le taux de mortalité (O.R=13,75, I.C à 95 %] 1,45 – 130 [), a montré que les élevages où le taux de mortalité était élevé (15 % et plus par bande élevée), étaient plus contaminés, que les élevages où le taux était inférieur à 15 %. Le taux de mortalité est probablement un indicateur du niveau de l'hygiène globale de l'élevage. La présence par ailleurs, d'autres pathologies mortelles ou d'un stress, qui seraient liées aux mauvaises conditions de gestion et d'hygiène des élevages, pourraient être responsable de déprime immunitaire, qui favoriserait l'installation des salmonelles [10], [30], [24], [11].

Le sol s'est avéré significativement associé à la contamination des élevages (O.R=21 ; I.C à 95 %] 2 – 223]. En effet, seuls 5 sur 23 élevages qui avaient un sol en béton, étaient positifs, alors que 6 parmi les 7 élevages dont le sol était en terre battue, étaient contaminés. Il est évident que le sol en terre battue offre des conditions de chaleur et d'humidité qui sont favorables aux salmonelles; Au contraire, le béton est facile à nettoyer et à désinfecter et par conséquent peut désavantager la survie et la multiplication des bactéries.

L'accès facile d'autres animaux (bovins, ovins, chiens, chats, reptiles, insectes et rongeurs) aux élevages et dans certains cas même aux bâtiments, paraît contribuer significativement à augmenter le risque de contamination (O.R=6,18 ; I.C à 95 %] 0,64 – 14]. Effectivement, 9 sur 17 élevages donnant accès facile aux autres animaux, sont contaminés. Cela pourrait refléter directement ou indirectement la contamination de la volaille par ces animaux, ces derniers sont reconnus par différents auteurs pour leur rôle de réservoir et de vecteurs de transmission des salmonelles [10], [36], [33].



## CONCLUSION

Cette étude nous fournit, à notre humble connaissance, les premières données sur les contaminations de la filière chair par les salmonelles en Algérie, qui nous ont montré un taux de prévalence élevé aussi bien en élevages qu'en abattoirs de la wilaya de Constantine. Cette situation peut être due aux faibles conditions d'élevage et d'abattage, mais aussi, aux erreurs des pratiques de gestion et d'hygiène.

Quelques facteurs de risques liés à la contamination par *Salmonella* dans les élevages, ont été identifiés et ont été justifiés par les conditions d'hygiène. D'autres études plus approfondies, seraient nécessaires pour déterminer tous les facteurs de risques potentiels des élevages et des abattoirs et pour évaluer après coup, l'effet correctif de ces facteurs.

S. Hadar, S. Virchow, S. Infantis, S. Albany et S. Typhimurium, étaient les sérotypes les plus fréquemment isolés. Globalement, les isolats de salmonelles étaient souvent résistants aux antibiotiques, mais essentiellement et plutôt, à des molécules anciennes.

Les profils de résistance aux antibiotiques nous ont bien aidé à suggérer certaines hypothèses épidémiologiques, mais il serait plus intéressant de procéder à des caractérisations génotypiques des souches, dans le but de connaître les liens clonaux et nous aideraient à confirmer nos hypothèses.

La prévalence de contamination de nos élevages et abattoirs par *Salmonella*, démontre l'importance d'une très large surveillance de l'industrie avicole. En plus, comme la majorité des souches de salmonelles résistantes aux antibiotiques, sont toujours associées à des infections septicémiques et aux hospitalisations [37], il serait capital d'accentuer la surveillance de l'utilisation des antibiotiques, notamment en filière avicole, dans le but de prévenir l'augmentation des résistances aux molécules récentes.

## RÉFÉRENCES

- [1]- Aarestrup, F.M., Hendriksen, R.S., Lockett, J., Gray, K., Teates, K., McDermott, P.F., White, D.G., Hasman, H., Sorensen, G., Bangtrakulnonth, A., Pornreongwong, S., Pulsrikarn, C., Angulo, F.J., Gerner-Smidt, P., 2007. International spread of multidrug-resistant *Salmonella* Schwarzengrund in food products. *Emerg. Infect. Dis.* 13, 726-731.
- [2]- Aboun, A., A. Benelmouffok, R. Bougueddour, A. Taril, M. Rezkallah, L. Selatnia, 2003. Les salmonelloses aviaires diagnostiquées à l'institut Pasteur d'Algérie de 1988 à 2002: Sérotypes rencontrés, leurs antibiorésistances et les aspects réglementaires. *Archives de l'institut Pasteur d'Algérie*, 2000/2003. Ed. ANDS. Alger, T.64: 93-114.
- [3]- Anonyme 2007. Report of the Task Force of Zoonoses Data Collection on the Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of gallus gallus, part A, the EFSA journal 98, 1-85.
- [4]- Anonyme 2006. Evolution des productions animales dans la wilaya de Constantine. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Constantine.
- [5]- Anonyme, 2005. Bulletin Sanitaire Vétérinaire Année 2005. Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 6.
- [6]- Anonyme, 2004. Bulletin Sanitaire Vétérinaire Année 2004. Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. 6 pages.
- [7]- Anonyme, 2003. Bulletin Sanitaire Vétérinaire Année 2003. Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp : 6.
- [8]- Anonyme. 2002. Evaluation des risques liés à *Salmonella* dans les oeufs et le poulet de chair. Résumé interprétatif. O.M.S., F.A.O.: Genève, Suisse, 1-77.
- [9]- Anonyme, 2002a. Bulletin Sanitaire Vétérinaire Année 2002. Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. Pp : 6.
- [10]- Arsenaault, J., Lettelier, A., Quessy, S., Morin, J.P., Boulianne, M., 2007. Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp. carcass contamination in turkeys slaughtered in Quebec. *Journal of Food Protection* 70, 1350-1359.
- [11]- Bailey, J.S., Cox, N.A., Craven, S.E., Cosby D.E., 2002. Serotype tracking of *Salmonella* through integrated broiler chicken operations. *J. Food Prot.*, 65, 742-745.
- [12]- Beaumont, N. 2004. Commerce mondial des animaux d'élevage et des viandes. Principaux flux et facteurs d'évolution. Colloque international de l'association « A.S.A » et Académie vétérinaire de France, sur la mondialisation des échanges, mondialisation des risques sanitaires, dix ans d'accords S.P.S. Proceedings. O.I.E. Paris.
- [13]- Bell, C. et Kyriakides, A. 2002. *Salmonella* in: Foodborne Pathogens. Hasards, risk analysis and control. Woodhead Publishing Limited.: 307-334.
- [14]- Brisabois, A., Danan, C., Frémy, S., Granier, S., Moury, F., Oudart, C., Piquet, C., Pires-Gomes, C., 2006. Inventaire du réseau *Salmonella* : sérotypage et sensibilité aux antibiotiques, données 2004, éditions Afssa, Maisons-Alfort, France. 114 pp.
- [15]- Boudilmi, B., Chalabi, N., 1997. Les salmonelloses aviaires en Algérie. Incidence en santé publique. International Symposium on *Salmonella* and Salmonellosis (I3S) Proceedings, Ploufragan, France, 365-366.
- [16]- Cardinale, E., Tall, F., Guèye, E.F., Cisse, M., and Salvat, G. 2004. Risk factors for *Salmonella enterica subsp. enterica* in senegalese broiler-chicken flocks. *Prev. Vet. Med.* 63 : 151-161.
- [17]- Carli, K.T., Eyigor, A., Caner, V., 2001. Prevalence of *Salmonella* serovars in chicken in Turkey. *J. Food Prot.* 64 (11), 1832-1835.
- [18]- Chambers, J.R., Bisailon, J.R., Labbe, Y., Poppe, C., Langford, C.F. 1998. *Salmonella* prevalence in crops of Ontario and Quebec broiler chicken at slaughter. *Poult. Sci.* 77(10), 1497-1501.
- [19]-



- Chemaly, M., Huneau, A., Rouxel, S., Lalande, F., Bohnert, M., Petetin, I., LeBouquin, S. et Fravallo, P. 2006. Enquêtes communautaires sur la prévalence de *Salmonella* en filières avicoles. Communication, 10<sup>ème</sup> Réunion annuelle du Réseau *Salmonella*. Afssa, Maisons Alfort, France.
- [20]- de Valk, H., Vaillant, V., 2004. Morbidité et mortalité dues aux maladies infectieuses d'origine alimentaire en France. Institut de Veille Sanitaire, Charenton, France, 192 pp.
- [21]- Devos, N. 2007. Salmonelles. Enquête dans les élevages européens. La Semaine Vétérinaire, n° 1267 : 24.
- [22]- Ghafir, Y., 2006. Surveillance des salmonelles isolées de denrées d'origine animale en Belgique: Modalités et résultats. Communication. 10<sup>ème</sup> réunion annuelle du Réseau *Salmonella*. Afssa Maisons Alfort, France.
- [23]- Gorman, R., Adley, C.C., 2004. Characterization of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium isolates from human, food, and animal sources in the republic of Ireland. J. Clin. Microbiol. 42, 2314-2316.
- [24]- Gradel, K.O., Rattenborg, E., 2003. A questionnaire-based retrospective field study of persistence of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium in Danish broiler houses. Prev. Vet. Med. 56, 267-284.
- [25]- Guellouz, H., 1997. *Salmonella* from food of animal origin (Tunis: 1992-1996). International Symposium on Salmonella and Salmonellosis (I3S) Proceedings, Ploufragan, France, 419-422.
- [26]- Heyndrickx, M., Vandekerckhove, D., Herman, L., Rollier, I., Grijspeerdt, K., De Zutter, L., 2002. Routes for *Salmonella* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. Epidemiol. Infect. 129: 253-265.
- [27]- Kaci, A., Nouri, M., Ferrah, A., Kabli, L., Azzouz, H., 2001. Conduite des élevages de poulets de chair en Algérie: Un sous-équipement chronique. Agroligne 18, 1719.
- [28]- Kimura, A.C., Reddy, V., Marcus, R., Cieslak, P.R., Moehle-Boetani, J.C., Kassenborg, H.D., Segler, S.D., Hardnett, F.P., Barrett, T., Swerdlow, D.L., the Emerging Infections Program FoodNet Working Group, 2004. Chicken consumption is a newly identified risk factor for sporadic *Salmonella enterica* serotype Enteritidis infections in the United States: a case-control study in FoodNet sites. Clin. Infect. Dis. 38 (Suppl. 3):S244-S252.
- [29]- Lahellec, C., Colin, P., Bennejean, G., Paquin, J., Guillermin, A., Debois, J.C., 1986. Influence of resident *Salmonella* on contamination of broiler flocks. Poultry Science 26, 179-186.
- [30]- Lettelier, A., Arsenault, J., Quessy, S., Boulianne, M., 2006. Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp. caecal colonization in broiler and turkey flocks in Quebec, Canada. International Symposium on Salmonella and Salmonellosis (I3S) Proceedings, Saint Malo, France, 343-347.
- [31]- Naas, T., Lezzar, A., Bentchouala, C., Smati, F., Scheffel, J.M., Montell, H., Nordmann, P., 2005. Multidrug-resistant *Salmonella enterica* serotype Senftenberg isolates producing CTX-M bêta lactamases from Constantine, Algeria. Journal of Antimicrobial Chemotherapy 56, 439-440.
- [32]- Prin, S., Bastianelli, D. et Saboulard, M. 2001. Les productions avicoles dans le monde: Une dynamique forte. Agroligne n° 18. Novembre-Décembre 2001: 11-13.
- [33]- Rose, N., Beaudeau, F., Drouin, P., Toux, J.Y., Rose, V., Colin, P., 1999. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. Prev. Vet. Med. 39, 265-277.
- [34]- Schneitz, C., 2005. Competitive exclusion in poultry – 30 years of research. Food Control 16, 657-667.
- [35]- Ungemach, F.R., Müller-Bahrdt, D., Abraham, G., 2006. Guidelines for prudent use of antimicrobials and their implications on antibiotic usage in veterinary medicine. Int. J. Med. Microbiol. 296 (S2), 33-38.
- [36]- Van Immerseel, F., De Buck, J., Boyen, F., Pasmans, F., Bertrand, S., Collard, J.M., Saegerman, C., Hooyberghs, J., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., 2005. *Salmonella* dans la viande de volaille et dans les œufs: un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. Ann. Méd. Vét., 149, 34-48.
- [37]- Varma, J.K., Molbak, K., Barrett, T.J., Beebe, J.L., Jones, T.F., Rabatsky-Her, T., Smith, K.E., Vugia, D.J., Chang, H.G., Angulo, F.J., 2005. Antimicrobial resistant nontyphoidal *Salmonella* is associated with excess bloodstream infections and hospitalizations. Journal of Infectious Diseases 191, 554-561.
- [38]- Voetsch, A.C., Van Gilder, T.J., Angulo, F.J., Farley, M.M., Shallow, S., Marcus, R., Cieslak, P.R., Deneen, V.C., Tauxe, R.V. Emerging Infections Program FoodNet Working Group, 2004. Food-Net estimate of the burden of illness caused by nontyphoidal *Salmonella* infections in the United States. Clin. Infect. Dis. 38(Suppl.3), S127-S134.
- [39]- White, P.L., Baker, A.R., James, W.O., 1997. Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 16, 525-541.

