



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Utilisation des antibiotiques et profil de résistance des souches de *Salmonella* spp. et *Escherichia coli* isolées des exploitations avicoles des villes de N'Djaména et Doba au Tchad

Alain BODERING^{1,2*}, Guelmbaye NDOUTAMIA¹, Bongo Nare NGANDOLO²
et Albert NGAOU³

¹ Université de Doba, Tchad.

² Institut de Recherche en Élevage pour le Développement (IREDD) de N'Djaména, Tchad.

³ Université de Ngaoundéré, Cameroun.

*Auteur correspondant, E-mail: bodering@gmail.com; Tel: 00235 66 68 64 63

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier sincèrement la Commission Nationale chargée d'attribution des bourses et d'équipements des laboratoires de recherche sur le fonds formation des formateurs (CONFOFOR) suite au support financier apporté pour la réalisation de ce travail.

RESUME

L'émergence et le développement croissant de l'antibiorésistance bactérienne constitue un problème mondial. Ce travail vise à évaluer l'utilisation des antibiotiques par les fermiers et à déterminer le profil de résistance des souches de *Salmonella* spp. et *E. coli* isolées des élevages aviaires des villes de N'Djaména et Doba au Tchad. Des enquêtes ont au préalable été menées, pour apprécier les connaissances des fermiers sur les antibiotiques utilisés. Ensuite, la sensibilité des souches bactériennes isolées aux antibiotiques a été déterminée par la méthode standard de diffusion sur milieu gélosé Mueller-Hinton. Les résultats ont montré que 61,5% des fermiers utilisaient au moins un antibiotique pour l'élevage avec des connaissances limitées sur la molécule. Des 105 isolats analysés, 90% de *Salmonella* spp. et 100% de *E. coli* étaient résistants à 15 des 18 antibiotiques utilisés, soit un taux de résistance de 96,19%. Les taux de résistance les plus importantes de *Salmonella* spp. ont été observées avec la Colistine Sulfate (36,56%) et la Tobramycine (10,75%). Pour *E. coli* ces taux ont été observés avec la Colistine Sulfate (23,72%), le Sulfaméthoxazole-Triméthoprim (20,80%) et l'Oxytétracycline (16,78%). Contrairement aux souches de *E. coli* qui ont présenté des taux de résistance de 5,47% aux quinolones, les souches de Salmonelles en sont restées largement sensibles (1,07%). Les phénotypes diversifiés de résistance et les taux de résistance hautement significatifs ($p < 0,001$) observés à N'Djaména et Doba incitent à une surveillance accrue de l'utilisation des antibiotiques en filière avicole au Tchad.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Salmonella*, *E. coli*, sérotype, antibiotique, résistance, exploitations avicoles.

Use of antibiotics and resistance profile of isolated *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* strains from poultry exploitations in cities of N'Djamena and Doba in Chad

ABSTRACT

Emergence and increasing evolution of the bacterial antibioresistance constitutes a worldwide problem. The aim of this work was to evaluate the use of antibiotics by farmers and determine the resistance profile of isolated *Salmonella* spp. and *E. coli* strains from poultry exploitations in cities of N'Djamena and Doba in Chad. Formal investigations were carried out so as to assess farmers' knowledge about the antibiotic used. The sensitivity of isolated *Salmonella* spp. and *E. coli* to antibiotic was then determined using Mueller-Hinton standard agar diffusion method. Results indicate that 61.50% of farmers have limited knowledge on the use of at least one antibiotic in their farms. Out of 105 isolates, 90% of *Salmonella* spp. and 100% of *E. coli* were resistant to 15 of 18 antibiotics used, for a resistance rate of 96.19%. The most important resistances were observed with Colistin Sulfate (36.56%) and Tobramycin (10.75%) on *Salmonella*, compared to Colistin Sulfate (23.72%), Sulphaméthoxazole-Trimethoprim (20.80%) and Oxytétracyclin (16.78%) on *E. coli*. In contrast to *E. coli* which showed a resistance rate of 5.47% to quinolones, *Salmonella* strains were greatly sensitive to it (1.07%). The diversified resistance of phenotypes and the very significant resistance rate ($p < 0.001$) observed in N'Djamena and Doba are insights for a larger monitoring of the use of antibiotics in the poultry exploitations in Chad.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Salmonella*, *E. coli*, serotype, antibiotic, resistance, poultry exploitations.

INTRODUCTION

Les colibacilloses et salmonelloses aviaires sont parmi les entités pathologiques dominantes rapportées dans la surveillance sanitaire des élevages avicoles (OMS/FAO, 2002 ; Chahed, 2007). Considérées le plus souvent comme des infections secondaires (AFSSA, 2006 ; Julie David, 2009), elles sont responsables de pertes économiques majeures dans les élevages avicoles et représentent une importante cause de saisie à l'abattoir (Carlier et Lagrange, 2001). Pour pallier à cette augmentation de perte, l'antibiothérapie est devenue de plus en plus fréquente (Stordeur et Mainil, 2002).

En effet, l'utilisation abusive et sans contrôle des antibiotiques peut donner naissance à une sélection de souches bactériennes résistantes. Il s'agit de l'antibiorésistance (Chauvin, 2009). L'antibiorésistance est un réel problème en médecine vétérinaire avec un impact majeur en santé publique (Sanders, 2005). En effet, le transfert de bactéries multi-résistantes, directement de l'animal à l'homme, la

diffusion de gènes de résistance ainsi que la présence de résidus d'antibiotiques dans les denrées alimentaires d'origine animale constituent une menace réelle (Acar et Rostel, 2001 ; Ungemach et al., 2006).

En dehors de la contribution de Tabo et al., (2013) sur l'état de l'antibiorésistance des souches de *Salmonella* chez les humains et les poudeuses dans la ville de N'Djamena, très peu de travaux ont été effectués sur l'antibiorésistance vétérinaire au niveau national. Ainsi, ce travail vise à apprécier les connaissances des fermiers sur l'utilisation des antibiotiques et évaluer la résistance des isolats de *Salmonella* spp. et de *E. coli* issus des élevages des poulets de chair et traditionnel des villes de N'Djaména et Doba.

MATERIEL ET METHODES

Enquêtes sur l'utilisation des antibiotiques en élevage

Les enquêtes se sont déroulées à N'Djamena et Doba, deux grandes villes du Tchad, de septembre à octobre 2014 auprès des 26 fermiers recensés. Le questionnaire

condense 20 questions réparties en trois sections et cible uniquement les fermiers utilisant les antibiotiques en élevages. La première partie porte sur les caractéristiques socio-démographiques des personnes interrogées, telles que le sexe, l'âge, le niveau d'étude, la profession, le statut matrimonial et la religion. La deuxième section implique les voies de recours aux antibiotiques (médecin, vendeur ambulancier) et le mode d'accès aux médicaments (pharmacie, marché). La troisième partie porte sur l'évaluation des connaissances des répondants au sujet des antibiotiques et les raisons pour lesquelles ces antibiotiques sont utilisés (infection bactérienne, infection virale, grippe, fièvre), ainsi que la durée d'activité d'un antibiotique dans l'organisme.

Analyses bactériologiques

Elles ont été réalisées au Laboratoire de Bactériologie Générale de l'Institut de Recherche en Elevage pour le Développement (IRED) de N'Djamena. L'isolement et l'identification des bactéries ont été effectués suivant la Méthode de référence NF/EN ISO 6579 (2002) pour la recherche de *Salmonella* et la culture sur milieu spécifique Eosine Bleu de Méthylène (EMB) (Deben Diagnostics Ltd) pour la recherche de *Escherichia coli*. Le sérotypage a été mené par la technique d'agglutination sur lame selon le schéma de Kauffmann-White (Grimont et al., 2007) et la sensibilité aux antibiotiques a été testée par la méthode standard de diffusion sur gélose Mueller-Hinton.

Culture et identification des germes

Les prélèvements ont été pré-enrichis au 1/10 avec de l'eau peptonée, tamponnée, puis, 0,1 ml du prélèvement pré-enrichi a été utilisé pour enrichissement dans 10 ml du milieu RVS (Rappaport Vassiliadis Soja) et 1 ml dans 10 ml du milieu MKTT_n (Tétrathionate de Mueller-Kaufmann). Par la suite, le milieu RVS a été incubé à 42 °C et le MKTT_n à 37 °C pendant 24 heures chacun.

L'isolement des germes a été réalisé après ensemencement des produits enrichis sur gélose sélective Hektoën et XLD (Xylose

Lysine Désoxycholate) pour la recherche des salmonelles. En ce qui concerne la recherche de *E. coli*, l'isolement a été obtenu après ensemencement sur gélose EMB. Après 18 à 24 heures d'incubation à 37 °C, 5 colonies suspectes vertes à bleuâtres à centre noir sur gélose Hektoën et 5 colonies violettes foncées à centre noir, présentant un éclat métallique verdâtre en lumière réfléchiée sur gélose EMB ont été repiquées sur gélose Hektoën pour une première purification puis, 24 heures après sur gélose Nutritive (GO) pour une seconde purification.

L'identification biochimique des souches a été faite par culture de l'inoculum sur la galerie API® 20E (Bio-Mérieux). Le principe est basé sur l'inoculation des microtubules avec une suspension bactérienne qui réhydrate les milieux. L'incubation s'est faite à 37 °C à l'étuve pendant 24 heures au cours desquelles se sont déroulées les réactions biochimiques de décarboxylation, de fermentation et de désamination qui se sont traduites par des produits colorés, spontanés, révélés par addition des réactifs (Nucera et al., 2006). L'identification des *Salmonella* et *E. coli* a été obtenue à l'aide du catalogue API® 20E, selon les instructions de la Société Française de Microbiologie.

Le test d'agglutination des souches de *Salmonella* a été exécuté par la technique d'agglutination directe sur lame, à l'aide des séras anti-O polyvalents (OMA, OMB, OMC) pour déterminer les souches de salmonelles, anti-O monovalents pour préciser le groupe auquel elles appartiennent et anti-H (HMA, HMB, HMC et H1) pour déterminer le sérotype au sein du groupe, suivant le schéma de Kaufmann-White (Grimont et al., 2007). Le tableau de Kaufmann-White-Le Minor (Guibourdenche et al., 2010) a été utilisé pour la lecture des résultats et la détermination de la formule antigénique des sérotypes (Huneau et al., 2007).

Test de sensibilité

L'antibiogramme a été réalisé suivant la méthode standard de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton, telle que proposée dans les recommandations du Comité de

l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM/EUCAST, 2016).

Les 18 disques d'antibiotiques (Code, charge du disque) testés sont: Amoxicilline+Acide Clavulanique (AUG, 20/10 µg), Chloramphénicol (C, 30 µg), Triméthoprim+ sulfaméthoxazole (SXT, 25 µg), Céfalotine (CEF, 30 µg), Cefotaxime (CTX, 30 µg), Ceftazidime (CAZ, 30 µg), Colistine sulfate (CS, 10 µg), Kanamycine (KMN, 30 µg) Acide nalidixique (NA, 30 µg), Amikacine (AKN, 30 µg), Ciprofloxacine (CIP, 5 µg), Pipéracilline-Tazobactam (TZP, 110 µg), Lévofloxacine (LVX, 5 µg), Céfépime (FEP, 30 µg), Ceftriaxone (CRO, 30 µg), Oxytétracycline (OT, 10 µg), Tobramycine (NN, 10 µg), Imipénem (IPM, 10 µg).

Pour chacun des antibiotiques testés, le diamètre d'inhibition a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse et interprétés selon les critères proposés par le CASFM (CA-SFM/EUCAST, 2016).

Analyses statistiques

La taille de l'échantillon a été déterminée en utilisant le logiciel OPEN-EPI, Version 3.01 du 04/06/2013 (http://www.openepi.com/Menu/OE_Menu.htm).

Les données ont été saisies à l'aide du logiciel Excel (Microsoft office corporation 2010) et analysées avec les logiciels Statistical Package for the Social Sciences 17.0 (SPSS) et XLSTAT-Pro 7.5. Le Chi-carré de Pearson a été utilisé pour évaluer et comparer les taux de résistance des germes dans les différents élevages (Huneau et al., 2007). Par contre, les tests de Mann-Whitney et de Kruskal Wallis nous ont permis de comparer les moyennes et écart-types des valeurs obtenues. Le seuil de signification statistique a été défini à 5%.

RESULTATS

Connaissances générales des fermiers sur les antibiotiques

Sur la base des informations recueillies auprès des personnes interrogées, il ressort que 16 des 26 fermiers (61,5%), soit 10 à N'Djaména (62,5%) et 6 à Doba (37,5%)

utilisaient au moins un antibiotique en élevage. Les fermiers avaient en majorité des connaissances limitées sur les antibiotiques qu'ils utilisaient la plupart du temps en se référant à un médecin vétérinaire. Les élevages ont été classés en 2 catégories sur la base du type d'exploitation : la première de type semi-industriel et la seconde de type traditionnel.

Les caractéristiques socio-démographiques des fermiers interrogés sont résumées dans le Tableau 1. On constate une prédominance des femmes (68,75%) sur les hommes (31,25%) avec un niveau de scolarisation très bas. La majorité des fermiers, 50% en élevages semi-industriels et 100% en élevages traditionnels non aucune notions de biosécurité.

Le Tableau 2, par contre, condense les connaissances des fermiers sur les antibiotiques. Il en ressort que le niveau de connaissance des fermiers du secteur semi-industriel sur les antibiotiques enregistrés était de 100% et largement supérieure à celui observé chez les fermiers du secteur traditionnel (0 - 66,67%).

Des 16 fermiers interrogés, tous ceux du secteur semi-industriel (100%) et les 4/6 du secteur traditionnel (66,67%) se procuraient les médicaments en pharmacie, et suivant les instructions d'un médecin vétérinaire (Tableau 3). Les antibiotiques étaient utilisés dans l'ensemble des élevages semi-industriels en première intention pour prévenir les animaux des infections bactériennes avant leur mise en cage, et en seconde intention comme facteurs de croissance tout au long de l'activité. Par contre, dans les élevages traditionnels, ils étaient utilisés uniquement pour la cure des animaux.

Sensibilité des souches de *Salmonella* spp. et de *Escherichia coli*

Aux regards des concentrations et des diamètres critiques observés sur la Figure 1, sont considérées comme:

- Sensibles (S), les souches pour lesquelles la CMI de l'antibiotique testé est inférieure ou égale à la concentration critique

basse, ce qui équivaut à un diamètre supérieur ou égal au diamètre critique.

- Résistantes (R), les souches vis-à-vis desquelles la CMI de l'antibiotique testé est supérieure à la concentration critique haute, correspondant à un diamètre strictement inférieur au diamètre critique.

- Sensibilité Intermédiaire (I), les souches vis-à-vis desquelles la CMI de l'antibiotique testé et du diamètre correspondant est compris entre les deux concentrations critiques et les deux diamètres critiques.

Par ailleurs, la lecture interprétative de l'antibiogramme, fondée sur la connaissance des phénotypes de résistance a conduit, dans certains cas, à transformer un résultat initialement catégorisé S en résultat I ou R en raison d'un risque d'échec thérapeutique. De plus, pour quelques couples bactérie-antibiotique, malgré une catégorisation « sensible », le risque accru de sélection *in vivo* de mutants résistants justifie un commentaire particulier destiné au clinicien. De ce fait, les souches testées intermédiaires (I) ont été catégorisées résistantes (R) dans la présente étude.

Prévalences de résistance des souches de *Salmonella* spp. et de *Escherichia coli*

Sur un total de 105 souches, dont 40 de *Salmonella* spp. et 65 de *Escherichia coli* isolées, 36 souches de *Salmonella* spp. (90%), et toutes les souches de *E. coli* (100%) ont été testées résistantes à 15 des 18 antibiotiques utilisés, soit une prévalence de résistance globale de 96,19%. Les prévalences de résistance des souches de salmonelles et *E. coli* aux antibiotiques utilisés sont consignées respectivement dans les Tableaux 4 et 5.

Du Tableau 4 qui présente les prévalences de résistance des souches de salmonelles aux antibiotiques testés, on peut observer une très bonne sensibilité des souches de *Salmonella* spp. (100%) vis-à-vis de trois antibiotiques sur les 18 testés (Ciprofloxacine, Pipéracilline-Tazobactam et Imipénem). Une sensibilité moyenne à faible a été observée avec 8 antibiotiques, dont la Céfotaxime, la Céfépime et la Céfalotine

(10% chacun), le Ceftazidim et le Ceftriaxone (7,5%), le Chloramphénicol et la Lévofloxacine (5%), et l'Acide Nalidixique (2,5%). Les prévalences de résistance les plus élevées ont par contre été observées avec la Colistine Sulfate (85%), la Tobramycine (25%), l'Amoxicilline+Acide clavulanique (15%), et la Kanamycine, l'Amikacine et le Sulfaméthoxazole-Triméthoprim (12,5% chacun).

Bien que des résistances hautement significatives ($p < 0.001$) aient été enregistrées avec la colistine sulfate, tant dans les élevages semi-industriels que traditionnels, la résistance globale observée pour chacun de ces types d'élevages n'était pas significative ($p > 0.05$).

Pour ce qui est de la résistance des souches de *E. coli* (Tableau 5), les prévalences de résistance les plus élevées ont été obtenues avec la Colistine Sulfate (100%), le Sulfaméthoxazole-Triméthoprim (20,80 %), l'Oxytétracycline (87,69 %) et l'Amoxicilline+Acide clavulanique (35,38%), alors que les plus faibles niveaux ont été enregistrés pour le Ceftazidim, la Lévofloxacine et le Ceftriaxone (3,07 %), la Kanamycine, l'Amikacine et la Céfalotine (9,23 %) et la Céfotaxime (12,3 %).

Des prévalences de résistance assez élevées ont été observées avec la Tobramycine et l'Acide Nalidixique (23,07%), le Chloramphénicol (19,92%) et la Céfépime (15,38%). Aucune souche de *E. coli* résistante à la Ciprofloxacine, à la Pipéracilline-Tazobactam et à l'Imipénem n'a été détectée. Les résistances observées entre les différents types d'élevages étaient significatives ($p < 0.05$), avec des souches résistantes à une gamme d'antibiotiques bien plus grande dans les élevages semi-industriels (15/18) que dans les élevages traditionnels (8/18). Dans les élevages semi-industriels, les souches ont montré une résistance significative à l'Oxytétracycline ($p < 0.05$) et des résistances hautement significatives à la Colistine sulfate ($p < 0.001$) et au Sulfaméthoxazole-Triméthoprim ($p < 0.001$). Dans les élevages traditionnels par contre, les résistances observées étaient hautement

significatives ($p < 0.001$) respectivement avec l'Amoxicilline+Acide clavulanique, la Colistine sulfate, le Sulfaméthoxazole-Triméthoprimet et l'Oxytétracycline.

Phénotypes de résistance des sérotypes de *Salmonella* spp.

Parmi les 11 sérotypes de *Salmonella* spp. isolés, 6 à N'Djaména (54,54%) et 9 à Doba (81,81%) ont montré une résistance à au moins un antibiotique. Les Tableaux 6 et 7 présentent respectivement les phénotypes de résistance des souches de *Salmonella* spp. isolées des exploitations avicoles des villes de N'Djaména et Doba.

Des sérovars isolés de la ville de N'Djaména, 2 souches de *S. Idikan* (28,57%) étaient hautement sensibles aux antibiotiques testés. Deux souches de *S. Mbandaka* (40%) et une souche de *S. Idikan* (14,29%) étaient résistantes uniquement à la Colistine Sulfate ainsi qu'une souche de *S. Anatum* (25%) à la Kanamycine. Deux autres souches de *S. Mbandaka* (40%) et une souche de *S. Anatum* (25%) présentaient respectivement une résistance à la Kanamycine, à l'Amikacine et à la Céfépime, en plus de la Colistine Sulfate et à la Tobramycine. Par ailleurs, une souche

de *S. Anatum* (25%) a montré une résistance à 5 antibiotiques (Céfotaxime, Ceftazidim, Colistine Sulfate, Céfépime, Ceftriaxone) et une souche de *S. Idikan* (14,28%) à 8 antibiotiques (Ceftazidim, Colistine Sulfate, Céfépime, Ceftriaxone, Sulfaméthoxazole-Triméthoprimet, Acide Nalidixique, Oxytétracycline, Tobramycine) (Tableau 6). Les sérotypes de *Salmonella* spp. isolés des élevages de la ville de N'Djaména ont présenté une résistance globale non significative ($p > 0.05$) aux antibiotiques testés.

A Doba, par contre, les sérotypes Virchow (66,67%) et Enteritidis (100%) ont été résistants à la Colistine Sulfate. Une souche de *S. Limete* (33,33%) et 2 souches de *S. Derby* (50%) ont été résistantes à la Colistine Sulfate et à la Tobramycine. Une souche de *S. Choleraesuis* (50%) a montré une résistance à 4 antibiotiques (Kanamycine, Céfalotine, Amoxicilline + acide clavulanique, Chloramphénicol). Aucune souche n'a présenté une résistance à plus de 4 antibiotiques (Tableau 7). Les sérotypes de *Salmonella* spp. isolés des élevages de la ville de Doba ont présenté une résistance totale significative ($p < 0.05$) aux antibiotiques testés.

Tableau 1: Caractéristiques socio-démographiques des fermiers.

Types d'élevages	Semi-industriels (N'Djaména)	Traditionnels (Doba)	Total
Nombre d'élevages	10	6	16
Sexe du fermier			
- Masculin	5	0	5
- Féminin	5	6	11
Statut marital			
- Marié(e)	5	6	11
- Célibataire	5	0	5
Niveau d'étude			
- Secondaire	5	6	11
- Supérieure	5	0	5
Religion			
- Chrétien	6	6	12
- Musulman	4	0	4
Formation en biosécurité			
- Oui	5	0	5
- Non	5	6	11

Tableau 2: Connaissances des fermiers sur les antibiotiques.

Types d'élevages	Semi-industriels (N'Djamena)	Traditionnels (Doba)	Total
Nombre d'élevages	10	06	16
Nom commercial			
- Oui	10	6	16
- Non	0	0	0
Famille			
- Oui	10	0	10
- Non	0	6	6
Composition			
- Oui	10	4	14
- Non	0	2	2
Principe actif			
- Oui	10	0	10
- Non	0	6	6
Spectre d'action			
- Oui	10	0	10
- Non	0	6	6
Demi-vie			
- Oui	10	0	10
- Non	0	6	6

Tableau 3: Provenance des antibiotiques et nature du traitement.

Types d'élevages	Semi-industriels (N'Djamena)	Traditionnels (Doba)	Total
Nombre d'élevages	10	6	16
Provenance des produits			
- Pharmacie	10	2	12
- Marché	0	4	4
Voix d'administration			
- Orales	10	6	16
- Autre	0	0	0
Dose administrée			
- Selon les prescriptions	10	2	12
- Sans prescription	0	4	4
Type de traitement			
- Préventif	10	0	10
- Curatif	0	6	6
Fréquence d'utilisation			
- Avant la mise en cage	10	0	10
- Tout au long de l'activité	10	0	10

Tableau 4: Sensibilité des souches de salmonelles.

Types d'élevages	Semi-industriels		P-value	Traditionnels		P-value
	Effectif	19		21	19	
Catégories	S (%)	R+I (%)		S (%)	R+I (%)	
Kanamycine	17 (89.5)	2 (10.5)	0.127	18 (85.71)	3 (14.29)	0.087
Amikacine	17 (89.5)	2 (10.5)	0.127	18 (85.71)	3 (14.29)	0.087
Céfotaxime	18 (94, 7)	1 (5.3)	0.287	18 (85.71)	3 (14.29)	0.087
Amoxicilline+acide clavulanique	18 (94.7)	1 (5.3)	0.287	16 (76.19)	5 (23.81)	0.023
Céfalotine	18 (94.7)	1 (5.3)	0.287	18 (85.71)	3 (14.29)	0.287
Chloramphénicol	19 (100)	0 (0)	< 0.001	19 (90.48)	2 (9.52)	0.168
Ciprofloxacine	19 (100)	0 (0)	< 0.001	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Pipéracilline-Tazobactam	19 (100)	0 (0)	< 0.001	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Ceftazidim	16 (84.2)	3 (15.8)	0.058	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Lévofloxacine	18 (94.7)	1 (5.3)	0.287	20 (95.24)	1 (4.76)	0.335
Colistine Sulfate	3 (15.8)	16 (84.2)	< 0.001	3 (14.29)	18 (85.71)	< 0.001
Céfépime	15 (79)	4 (11)	0.027	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Ceftriaxone	16 (84.2)	3 (15.8)	0.058	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Sulfaméthoxazole-Triméthoprime	16 (84.2)	3 (15.8)	0.058	19 (90.48)	2 (9.52)	0.168
Acide Nalidixique	18 (94.7)	1 (5.3)	0.287	21 (100)	0 (0)	< 0.001
Oxytétracycline	17 (89.5)	2 (10.5)	0.127	18 (85.71)	3 (14.29)	0.087
Tobramycine	13 (68.4)	6 (31.8)	0.005	17 (80.95)	4 (19.05)	0.045
Imipénem	19 (100)	0 (0)	< 0.001	21 (100)	0 (0)	< 0.001

R= Résistance, I= Intermédiaire, S= Sensible, vis-à-vis de chaque antibiotique on a une zone de résistance (R), intermédiaire (I), sensible (S), suivant: Kanamycine: $R \leq 13$, $14 \leq I \leq 17$, $S \geq 18$; Amikacine, $R \leq 14$, $15 \leq I \leq 16$, $S \geq 17$; Céfotaxime, $R \leq 14$, $15 \leq I \leq 22$, $S \geq 23$; Amoxicilline+acide clavulanique, $R \leq 13$, $14 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Céfalotine, $R \leq 14$, $15 \leq I \leq 17$, $S \geq 18$; Chloramphénicol, $R \leq 18$, $19 \leq I \leq 22$, $S \geq 23$; Ciprofloxacine, $R \leq 15$, $16 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Pipéracilline-Tazobactam, $R \leq 14$, $15 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Ceftazidim, $R \leq 15$, $16 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Lévofloxacine, $R \leq 17$, $18 \leq I \leq 19$, $S \geq 20$; Colistine Sulfate, $R \leq 11$, $12 \leq I \leq 19$, $S \geq 20$; Céfépime, $R \leq 15$, $16 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Ceftriaxone, $R \leq 14$, $15 \leq I \leq 20$, $S \geq 21$; Sulfaméthoxazole-Triméthoprime, $R \leq 10$, $11 \leq I \leq 15$, $S \geq 16$; Acide Nalidixique, $R \leq 15$, $16 \leq I \leq 19$, $S \geq 20$; Oxytétracycline, $R \leq 16$, $17 \leq I \leq 18$, $S \geq 19$; Tobramycine, $R \leq 13$, $14 \leq I \leq 15$, $S \geq 16$ (CA-SFM/EUCAST, 2016).

Tableau 5: Sensibilité des souches de *Escherichia coli*.

Types d'élevages	Semi-industriels		P-value	Traditionnels		P-value
	62			3		
	S (%)	R+I (%)		S (%)	R+I (%)	
Kanamycine	57 (91.94)	5 (8.06)	0.798	2 (66.67)	1 (33.33)	< 0.001
Amikacine	56 (90.32)	6 (9.68)	0.759	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Céfotaxime	55 (88.71)	07 (11.29)	0.721	2 (66.67)	1 (33.33)	< 0.001
Amoxicilline+acide clavulanique	41 (66.13)	21 (33.87)	0.275	01 (33.33)	2 (66.73)	< 0.001
Céfalotine	56 (90.32)	6 (9.68)	0.759	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Chloramphénicol	51 (82.26)	11 (17.74)	0.576	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Ciprofloxacine	62 (100)	0 (0)	< 0.001	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Pipéracilline-Tazobactam	62 (100)	0 (0)	< 0.001	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Ceftazidim	60 (96.77)	2 (3.23)	0.918	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Lévofloxacine	60 (96.77)	2 (3.23)	0.918	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Colistine Sulfate	0 (0)	62 (100)	< 0.001	0 (0)	03 (100)	< 0.001
Céfépime	52 (83.87)	10 (16.13)	0.611	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Ceftriaxone	60 (96.77)	2 (3.23)	0.918	3 (100)	0 (0)	< 0.001
Sulfaméthoxazole-Triméthoprim	8 (12.90)	54 (87.10)	< 0.001	0 (0)	03 (100)	< 0.001
Acide Nalidixique	48 (77.42)	14 (22.58)	0.475	2 (66.67)	1 (33.33)	< 0.001
Oxytétracycline	18 (29.03)	44(70.97)	0.003	1 (33.33)	2 (66.67)	< 0.001
Tobramycine	48 (77.42)	14 (22.58)	0.475	2 (66.67)	1 (33.33)	< 0.001
Imipénem	62 (100)	0 (0)	< 0.001	3 (100)	0 (0)	< 0.001

R= Résistance, I= Intermédiaire, S= Sensible, vis-à-vis de chaque antibiotique on a une zone de résistance (R), intermédiaire (I), sensible (S), suivant: Kanamycine: R≤13, 14≤I≤17, S≥18; Amikacine, R≤14, 15≤I≤16, S≥17; Céfotaxime, R≤14, 15≤I≤22, S≥23; Amoxicilline+acide clavulanique, R≤13, 14≤I≤20, S≥21; Céfalotine, R≤14, 15≤I≤17, S≥18; Chloramphénicol, R≤18, 19≤I≤22, S≥23; Ciprofloxacine, R≤15, 16≤I≤20, S≥21; Pipéracilline-Tazobactam, R≤14, 15≤I≤20, S≥21; Ceftazidim, R≤15, 16≤I≤20, S≥21; Lévofloxacine, R≤17, 18≤I≤19, S≥20; Colistine Sulfate, R≤11, 12≤I≤19, S≥20; Céfépime, R≤15, 16≤I≤20, S≥21; Ceftriaxone, R≤14, 15≤I≤20, S≥21; Sulfaméthoxazole-Triméthoprim, R≤10, 11≤I≤15, S≥16; Acide Nalidixique, R≤15, 16≤I≤19, S≥20; Oxytétracycline, R≤16, 17≤I≤18, S≥19; Tobramycine, R≤13, 14≤I≤15, S≥16; Imipénem, R≤13, 14≤I≤15, S≥16 (CA-SFM/EUCAST, 2016).

Tableau 6: Phénotypes de résistance des sérotypes de *Salmonella* spp. isolés de N'Djaména.

Sérotypes	Nombre de souches (%)				Phénotypes
	Testés	Sensibles	Mono résistants	Multi résistants	
<i>S. Infantis</i>	1	0 (0)	0 (0)	1 (100)	CS, OT
<i>S. Paratyphi A</i>	1	0 (0)	0 (0)	1 (100)	CEF, CS, SXT, OT
<i>S. Limete</i>	1	0 (0)	0 (0)	1 (100)	CAZ, CS, FEP, CRO, SXT
<i>S. Mbandaka</i>	5	0 (0)	2 (40)	3 (60)	5CS, 3NN, AKN, FEP
<i>S. Anatum</i>	4	0 (0)	1 (25)	3 (75)	3CS, 2KMN, 2NN, CTX, CAZ, FEP, CRO
<i>S. Idikan</i>	7	2 (28,57)	1 (14,29)	4 (57,14)	5CS, AUG, AKN, LVX, CAZ, FEP, CRO, SXT, NA, OT, NN

*S. Salmonella*KMN: KanamycineAKN: AmikacineCTX: CéfotaximeCEF: céfalotineAUG: Amoxicilline + acide clavulaniqueCAZ: CeftriaxoneLVX: LévofoxacineCS: Colistine SulfateFEP: CéfépimeCRO: CeftriaxoneSXT: Sulfaméthoxazole-TriméthoprimeNA: AcideNalidixiqueOT: OxytétracyclineNN: Tobramycine

Tableau 7: Phénotypes de résistance des sérotypes de *Salmonella* spp. isolés de Doba.

Sérotypes	Nombre de souches (%)				Phénotypes
	Testés	Sensibles	Mono résistants	Multi résistants	
<i>S. Derby</i>	4	1 (25)	0 (0)	3 (75)	3CS, 2NN, CTX, AUG
<i>S. Infantis</i>	3	0 (0)	0 (0)	3 (100)	3CS, AKN, NN, CTX, AUG, KMN
<i>S. Choleraesuis</i>	2	0 (0)	0 (0)	2 (100)	2AUG, CS, SXT, OT, KMN, CEF, CHL
<i>S. Gallinarum</i>	2	0(0)	0(0)	2 (100)	2CS, SXT, OT, CEF, LVX
<i>S. Virchow</i>	3	1 (33,33)	2 (66,67)	0 (0)	2CS
<i>S. Limete</i>	3	0 (0)	0 (0)	3 (100)	3CS, NN, CHL, OT, CTX
<i>S. Enteritidis</i>	1	0 (0)	1 (100)	0 (0)	CS
<i>S. Anatum</i>	2	0 (0)	1 (50)	1 (50)	2CS, KMN, AKN
<i>S. Idikan</i>	1	0 (0)	0 (0)	1 (100)	AUG, CEF, CS

*S. Salmonella*KMN: KanamycineAKN: AmikacineCTX: CéfotaximeCEF: céfalotineAUG: Amoxicilline+acide clavulaniqueCHL: Chloramphénicol LVX: LévofoxacineCS: Colistine SulfateSXT: Sulfaméthoxazole-TriméthoprimeOT: OxytétracyclineNN: Tobramycine



Figure 1: Concentrations minimales inhibitrices de 7 antibiotiques sur un isolat de salmonelle.

DISCUSSION

Les informations recueillies sur l'utilisation des antibiotiques en élevages ont montré que tous les fermiers du secteur semi-industriel (100%) se procurent les médicaments dans des pharmacies contrairement à ceux du secteur traditionnel (66,67%). Ces derniers s'approvisionnent en antibiotiques également auprès des vendeurs ambulants, et sans conseil d'un médecin vétérinaire. Ceci pourrait s'expliquer par le manque de structures adéquates à proximité et, aussi, par le coût des médicaments relativement élevés (Mopate, 2010). Cependant, cette pratique, interdite de nos jours dans les pays développés, pourrait être à l'origine du développement de la chimiorésistance (AFSSA, 2006). Les résultats des enquêtes nous ont également permis de relever que les animaux, dans 100% des élevages semi-industriels, étaient soumis à une application continue des produits contenant des antibiotiques. Par contre, dans 37,5% des élevages traditionnels, les antibiotiques étaient utilisés pour le traitement des animaux. Cet usage continu et prolongé d'antibiotiques pourrait être à l'origine de

l'apparition des germes résistants (Wegener et al., 2003). Cette pratique n'est plus de mise dans les pays développés d'Europe ou d'Amérique où, par mesure de précaution, les antibiotiques utilisés comme activateurs de croissance sont interdits en alimentation animale (AFSSA, 2006).

En ce qui concerne la prévalence et le phénotype de la résistance, on notera que sur l'ensemble des 105 souches isolées, 36 des 40 souches de *Salmonella* spp. (90%), et 100% des souches de *E. coli* ont été testées résistantes à au moins un antibiotique, soit une prévalence globale de résistance élevée de 96,19%. Cette assez importante prévalence de résistance chez les bactéries d'origine aviaire n'est pas très surprenante, au regard de l'usage abusif des antibiotiques dans les élevages enquêtés. En effet, l'emploi exclusif et intensif d'un antibiotique pourrait sélectionner des souches résistantes (Chauvin, 2009). On notera, par ailleurs, que dans l'environnement naturel, les bactéries peuvent héberger des gènes de résistance dérivés de l'utilisation des antibiotiques chez les animaux (Santé Canada, 2005). Il est important de souligner que les entérobactéries ont une capacité évidente

d'acquérir et d'échanger des gènes porteurs de facteurs de résistance et la flore intestinale fournit une extraordinaire opportunité pour la circulation des informations génétiques entre bactéries (Van Immerseel et al., 2004).

Ces résistances particulièrement importantes avec la Colistine Sulfate (85%), la Tobramycine (25%), l'Amoxicilline+Acide clavulanique (15%), et la Kanamycine, l'Amikacine et le Sulfaméthoxazole-Triméthoprim (12,5%) pour *Salmonella* et avec la Colistine Sulfate (100%), le Sulfaméthoxazole-Triméthoprim (20,80%), l'Oxytétracycline (87,69%) et l'Amoxicilline+Acide clavulanique (35,38%) pour *E. coli* sont en accord avec ceux rapportés dans d'autres études en Algérie (Elgroud et al., 2009), en France (Sanders et al., 2002) et en Ethiopie (Tibajuka et al., 2002), mais restent très largement au-dessus des résultats d'une étude antérieure menée au Tchad (Tabo et al., 2013) ; Ce qui atteste de l'évolution considérable de l'antibiorésistance dans le temps au Tchad.

La résistance à la Colistine Sulfate est assez importante dans ce travail, et a concerné 85% des souches de salmonelles et 100% de *E. coli*. Ces résultats inquiétants contrastent avec les taux de résistance relativement bas obtenus ces dernières années (Veilleux et Dubreuil, 2006; Tabo et al., 2013). Ceci pourrait s'expliquer par son utilisation accrue en pratique en tant que facteur de croissance dans l'alimentation des animaux (Chauvin, 2009). Il semble, en général, que la résistance à la Colistine se développe difficilement, due à son mode d'action. En effet, la Colistine a une action létale surfactive et de perméation sur les membranes bactériennes par interaction avec les protéines et les phospholipides membranaires. Les résistances rencontrées sont le fait, en général, de modifications de protéines membranaires chez les bactéries (Kipnisset Guery, 2010). Les souches de salmonelles et *E. coli* sont restées sensibles à la Ciprofoxacine, à la Pipéracilline-Tazobactam et à l'Imipénem.

Par ailleurs, les études de Wang et al. (2010) en Chine sur des cas cliniques aviaires ont présenté, pour le Chloramphénicol, une prévalence de résistance de 74% sur des souches de *E. coli* isolées entre 2005 et 2008. Cette prévalence reste supérieure à celle obtenue dans ce travail (16,92%). En médecine vétérinaire, son large spectre d'activité, son efficacité particulière et son coût modéré font du chloramphénicol un antibiotique très utilisé, mais le risque d'induction d'aplasie médullaire qu'il présente a été à l'origine de son interdiction chez les animaux de production (Puyt, 2004). Ainsi, la résistance enregistrée pourrait être le témoin de la persistance de son utilisation par les aviculteurs au Tchad.

Il découle des résultats de cette étude que les souches de salmonelles restent encore largement sensibles aux quinolones (Schwarz et Chaslus-Dancla, 2001), 2,5% de résistance pour l'Acide nalidixique et 0% à la ciprofloxacine qui est une molécule récente. La différence des prévalences observée entre ces deux molécules s'expliquerait probablement par l'ancienneté de l'usage de l'Acide nalidixique par rapport à la ciprofloxacine.

Quant à *E. coli*, il a présenté une résistance à l'Acide nalidixique de 23,08%. Les quinolones constituent actuellement le plus important des groupes d'antibiotiques. Leur intérêt est lié à leur faible toxicité et surtout à l'absence de résistance plasmidique (Puyt, 2004). Des études réalisées au Nigéria ont révélé que des souches environnementales étaient plus résistantes aux quinolones/fluoroquinolones que les souches d'origine cliniques, et cela s'expliquerait par l'utilisation intensive de ces antibiotiques en médecine vétérinaire comme facteurs de croissance et dans le traitement des infections (Chigor et al., 2010). Parfois, les résistances peuvent être d'origine chromosomique et cela par le biais d'une mutation au niveau du gène, occasionnant une modification du site de fixation de l'antibiotique, ou par efflux actif; mais le plus souvent, elles sont d'origine

plasmidique, donc transférables horizontalement entre bactéries de même espèce, voire des bactéries d'espèces lointaines (Gassama et al., 2006). Bien que des souches de salmonelles hautement résistantes aux quinolones soient encore rarement isolées (Schwarz et Chaslus-Dancla, 2001), la diminution de la sensibilité doit être considérée comme une alerte, puisque les quinolones sont des antibiotiques de dernier recours contre les souches de salmonelles multi résistantes. Le caractère évolutif des mécanismes de résistance incite donc à la prudence.

Il est important de souligner qu'on note également une recrudescence de la résistance des souches d'*E. coli* à la Tétracycline (16,79%) et 12,5% pour les souches de *Salmonella*. Cette augmentation de la résistance à ces molécules, qui sont d'anciennes molécules largement utilisées en première intention, est communément observée chez les isolats de salmonelles. Cette résistance a été rapportée dans plusieurs travaux concernant la volaille et les produits avicoles (Nayak et al., 2004 ; Elgroud et al., 2009). Cette résistance observée des *E. coli* à la Tétracycline peut être attribuée à une mutation affectant la structure des porines ou diminuant leur synthèse. Une ou plusieurs modifications des porines sont à l'origine d'une résistance acquise aux bêta-lactamines, aux quinolones, au Chloramphénicol, aux sulfamides, au Triméthoprim et aux Tétracyclines (Fauchère et Avril, 2002).

Dans cette étude, les souches de *E. coli* ont montré des prévalences de résistance plus élevées que celles des Salmonelles, comme cela a été rapporté dans différentes études (Santé Canada, 2005). Il est probable que les souches de *E. coli* isolées aient été soumises à une pression de sélection par l'utilisation antérieure des antibiothérapies, laquelle pression serait liée à l'importance des colibacilloses en pathologie aviaire.

En effet, le phénomène de résistance en élevage est aggravé par le fait que très souvent, les éleveurs mélangent des

antibiotiques avec les aliments comme produit adjuvant, et ceci sans aucune règle, ni aucun contrôle (Ungemach et al., 2006). La conséquence est la sélection de nombreuses souches résistantes d'emblée à plusieurs familles d'antibiotiques qui peuvent contaminer les animaux et l'homme et rendre difficiles, voire impossibles, tous traitements par les antibiotiques (Guerin et Boissieu, 2008; Chauvin, 2009).

La multi-résistance des salmonelles isolées dans ce travail a concerné des antibiotiques couramment utilisés en médecine vétérinaire et également employés dans le traitement de différentes infections bactériennes chez les humains. Ce phénomène en évolution permanente, qui concerne l'ensemble du monde bactérien et toutes les familles d'antibiotiques, thérapeutiques rend difficile le choix de mesures efficaces pour limiter l'érosion du spectre des antibiotiques (Ungemach et al., 2006). Face à cette situation, il serait donc indispensable de réglementer leur prescription ainsi que leur utilisation pour prévenir la sélection des souches résistantes à ces antibiotiques comme c'est le cas dans de nombreux pays (Wiuff et al., 2000 ; Hopkins et al., 2005).

En ce qui concerne les sérotypes, toutes les souches (100%) des sérovars Infantis, Limete, Gallinarum, Choleraesuis et Paratyphi A se sont révélées multi résistantes, suivies par Derby (75%), Anatum (66,6%), Idikan (62,5%) et Mbandaka (60%), résultats très différents de ceux obtenus à N'Djaména par Tabo et al. (2013).

Les isolats de *Salmonella* Infantis et Mbandaka, pathogènes prédominants les plus fréquemment isolés chez la volaille, étaient tous résistants à la Colistine sulfate et aux Aminosides mais sont par contre restés sensibles aux quinolones. Ces phénotypes de résistance sont comparables à ceux de Elgroud et al. (2009).

La résistance à l'Acide nalidixique et à la Tétracycline a été observée pour une souche de *S. Idikan* (12,5%). En comparaison aux résultats obtenus par Tabo et al. (2013), les

prévalences de résistance de *S. Idikan* à l'Acide nalidixique et aux Tétracyclines obtenus restent faibles. Cette différence est probablement due aux pratiques et conduites d'élevage qui ne sont pas forcément les mêmes d'un système d'élevage à un autre.

La multi-résistance de l'une des souches du sérovar Idikan (12,5%) a concerné huit antibiotiques, soit le phénotype CAZ-CS-FEP-CRO-SXT-NA-OT-NN et celle de Limete (25%) et Anatum (16.66%) cinq antibiotiques chacune, soient les phénotypes CAZ-CS-FEP-CRO-SXT et CTX-CAZ-CS-FEP-CRO. De même, des souches de Salmonelles d'origine aviaire multirésistantes à 5 antibiotiques ont été isolées par Tibaijuka et al. (2002). Ces données corroborent nos résultats et semblent indiquer une recrudescence de la multirésistance des sérovars de *Salmonella* fréquemment isolées dans les élevages aviaires.

Conclusion

En somme, l'importance des résistances bactériennes observée dans cette étude reflète l'usage antérieur intensif des antibiotiques dans les élevages. Globalement, les souches étaient souvent résistantes à au moins un antibiotique, mais essentiellement à des molécules anciennes, telles les Tétracyclines, ou assez communes telle la Colistine Sulfate. Cette situation est similaire à celle observée en Europe dans les années 1980 à 1985, où les salmonelles multi-résistantes y étaient bien plus fréquentes, posant de sérieux problèmes de santé publique. Plusieurs phénotypes de résistance aux antibiotiques ont été mis en évidence, suggérant des liens épidémiologiques à différents niveaux de la filière avicole dans les différentes villes. En plus, comme la majorité des souches de salmonelles résistantes aux antibiotiques sont toujours associées à des infections plus graves (septicémiques), à un taux d'hospitalisation plus élevé en médecine humaine et une baisse importante de productivité animale, il serait capital et urgent 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.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent ne pas avoir des conflits d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

L'étude présentée dans ce manuscrit est une partie des recherches doctorales réalisées par AB, dirigées par AN, et co-dirigées par GN. BNN s'est occupé de l'aspect statistique, depuis la confection du questionnaire jusqu'à l'analyse des résultats.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Directeur de l'Institut de Recherche en Elevage pour le Développement qui a bien voulu ouvrir les portes de son laboratoire pour les différentes analyses.

REFERENCES

- Acar J, Rostel B. 2001. Antimicrobial resistance: an overview. *Rev. Sci. Tech.*, **20**(3): 797-810. DOI : 10.2056/rst.20.3.1309
- Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA). 2006. Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine. Rapport, France, 214 p.
- Carlier V, Lagrange P. 2001. *Salmonella, Service d'Information Alimentaire*. H.C.S. International : Paris. 84p.
- Chahed A. 2007. Prévalence des *Escherichia coli* producteurs de shigatoxines dans les viandes hachées. Thèse: Méd. Vét., Liège: Université de Liège, 207p.
- Chauvin C. 2009. Usage des antibiotiques et résistance bactérienne en élevage de volailles (Thèse de doctorat), Université Rennes 1, 25 p.
- Chigor VN, Umoh VJ, Smith SI, Igbinsosa EO, Okoh AI. 2010. Multidrug Resistance and Plasmid Patterns of *Escherichia coli* O157 and Other *E. coli* Isolated from

- Diarrhoeal Stools and Surface Waters from Some Selected Sources in Zaria, Nigeria. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **7**: 3831-3841; doi:10.3390/ijerph7103831
- Elgroud R, Zerdoumi F, Benazzouz M, Bouzitouna BC, Granier SA, Fremy S, Brisabois A, Millemann Y. 2009. Characteristics of *Salmonella* contamination of broilers and slaughterhouses in the region Constantine (Algérie). *Zoo. Pub. Hlth.*, **56**: 84-93. DOI:10.1111/j.1863-2378.2008.01164.x Source : PubMed.
- Fauchère JL, Avril JL. 2002. Bactériologie générale et médicale. *Ed. Ellipses*, **15**: 252-253.
- Gassama-Sow A, Wane AA, Canu NA, Uzzau S, Aidara-Kane A, Rubino S. 2006. Characterization of virulence factors in the newly described *Salmonella enterica* serotype Keurmassar emerging in Senegal (sub-Saharan Africa). *Epidemiol. Infect.*, **134**: 741-743. Doi:10.1017/S0950268805005807.
- Grimont F, Meugnier H, Forey F. 2007. Lysotypie, bactériocynotypie, ribotypie. *Bactériologie Clinique (2ème Edn)*; 259-282.
- Guerin J, Boissieu C. 2008. Les colibacilloses ou infections à *Escherichia coli*, *Avi campus*, 3p.
- Guibourdenche MR, Roggentin P, Mikoleit MR, Fields PI, Bockemuhl J, Grimont PA, Weill FX. 2010. Supplement 2003-2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-The Minor scheme. *Res. Microbiol.*, **161**: 26-29. DOI: 10.1016/j.resmic.2009.10.002.
- Hopkins KL, Davies RH, Threlfall EJ. 2005. Mechanisms of quinolone resistance in *E. coli* and *Salmonella*: recent developments. *Inter. J. Antimicrobial Agents*, **25**: 358-373. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.02.006.
- Huneau SA, Chemaly M, Petetin I, Rouxel S, Lalande F, Le Bouquin S. 2007. Analyse descriptive multidimensionnelle des élevages de poules contaminés par *salmonella* spp.: Recherche d'hypothèses de facteurs de risque. *Septième Journées de la Recherche Avicole*, Tours, pp. 505-509.
- Julie D. 2009. Attribution des cas de salmonelloses humaines aux différentes filières de production animale en France. Adaptabilité et robustesse du modèle bayésien d'attribution par typage microbiologique. In *Cellular Biology*. Agrocampus - Ecole nationale supérieure d'agronomie de Rennes : Rennes ; 278p.
- Kipnis E, Guery BP. 2010. Réévaluation de la colistine. *Antibiotiques*, **12(4)**: 205-227. DOI: 10.1016/j.antib.2010.10.003.
- Mopate LY. 2010. Revue du secteur avicole au Tchad. Projet grippe aviaire (OSRO/CHD/602/EC), Financement Union Européenne, 72 p.
- Nayak R, Stewart T, Wang RF, Lin J, Cerniglia CE, Kenney PB. 2004. Genetic diversity and virulence gene determinants of antibiotic-resistant *Salmonella* isolated from preharvest turkey production sources. *Int. J. Food Microbiol.*, **91**: 51-62. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00330-1.
- Nucera DM, Maddox CW, Hoiem-Dalen P, Weigel RM. 2006. Comparison of API 20E and *invA* PCR for Identification of *Salmonella enterica* isolates from Swine Production Units. *J. Clinical Microbiol.*, **44(9)**: 3388-3390. doi:10.1128/JCM.00972-06
- OMS/FAO (Organisation Mondiale de la Santé/ Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2002. Evaluation des risques liés à *Salmonella* dans les œufs et les poulets de chair. OMS/FAO. Série évaluation des risques microbiologiques.1. Résumé interprétatif. 77 p.
- Puyt JD. 2004. Médicaments anti-infectieux en médecine vétérinaire, document destiné aux étudiants de deuxième cycle

- des Ecoles Nationales Vétérinaires, 215 p.
- Sanders P, Bousquet-Melou A, Chauvin C, Toutain P-L. 2011. Utilisation des antibiotiques en élevage et enjeux de sante publique. *INRA Prod. Anim.*, **24**:199-204.
- Santé Canada. 2005. Prévention de la salmonellose. Retrieved October, 23: 2009.
- Schwarz S, Chalus-Dancla E. 2001. Use of antimicrobials in veterinary medicine and mechanisms of resistance. *Vet. Res.*, **32**: 201-225. DOI: 10.1051/vetres:2001120.
- SFM/EUCAST. 2016. Comité de l'antibiogramme de la Société française de microbiologie, European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (CA-SFM/EUCAST). 2016. Recommandations. *Version 1.0*. Janvier 2015, 117 p.
- Stordeur P, Mainil J. 2002. La colibacillose aviaire. *Ann. Méd. Vét.*, **146**: 11-18.
- Tabo D, Colette D, Diguimbaye S, FrederiqueAG, Brisabois MA, ElgroudR, MillemannY. 2013. Prevalence and antimicrobial resistance of non-typhoidal *Salmonella* serotypes isolated from laying hens and broiler chicken farms in N'Djamena, Chad. *Vet. Microbiol.*, **166** (1-2): 293-298. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.05.010>.
- Tibaijuka B, Molla B, Hildebrandt G, Kleer J, Salah W. 2002. Résistance antimicrobienne aux Salmonelles isolées de la viande de poulet crue vendue au détail et des abats de volaille. *Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr.*, **50**(2): 86-95.
- Ungemach FR, Müller-Bahrtd 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2006.01.059>.
- Van Immerseel F, Fievez V, De Buck J, Pasmans F, Martel A, Haesebrouck F, Ducatelle R. 2004. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. *Poult. Sci.*, **83**: 69-74.
- Veilleux S, Dubreuil JD. 2006. Presence of *E. coli* carrying the EAST1 toxin gene in farm animals. *Vet. Res.*, **37**(1): 3-13. DOI: 10.105/vetres: 2005045.
- Wang P, Robert L, Pelletier J, Wei Lien D, Taddei F, Wright A, Jun S. 2010. Robust Growth of *Escherichia coli*. *Curr. Biol.*, **20**: 1099–1103 DOI 10.1016/j.cub.2010.04.045.
- Wegener H, Hald T, WONG LFD, Madsen M, Korsgaard H, Bager F, Gerner-Smidt P, Molbak K. 2003. *Salmonella* control programs in Denmark. *Emerg. Infect. Dis.*, **9**: 774-780. DOI: 10.3201/eid0907.030024.
- Wiuff C, Madsen M, Baggesen DI, Aarestrup FM. 2000. Quinolone resistance among *Salmonella enterica* from cattle, broilers, and swine in Denmark, *Microbial. Drug Resis.*, **6**: 11-17. <https://doi.org/10.1089/mdr.2000.6.11>.