

## Caractéristiques des élevages avicoles et évaluation de leur niveau de contamination par *Salmonella* spp. et *Escherichia coli* dans les villes de N'Djaména et Doba au Tchad

Cet article (n° 26112018-00140-FR) a été évalué par les pairs, accepté, puis soumis à une révision linguistique approuvée par les auteurs. Il n'a pas encore été mis en page pour impression. Il sera publié en décembre 2018 dans le volume 37 (3) de la *Revue scientifique et technique*.

A. Bodering <sup>(1, 2)\*</sup>, G. Ndoutamia <sup>(1)</sup>, B.N. Ngandolo <sup>(3)</sup>, L.Y. Mopate <sup>(3)</sup> & A. Ngakou <sup>(2)</sup>

(1) Département de chimie-biologie-géologie, Université de Doba, B.P. 03, Doba, Tchad

(2) Département des sciences biologiques, Université de Ngaoundéré, B.P. 454, Ngaoundéré, Cameroun

(3) Institut de recherche en élevage pour le développement (IRED) de N'Djaména, B.P. 433, N'Djaména, Tchad

\*Auteur chargé de la correspondance : bodering@gmail.com

### Résumé

La présente étude vise principalement à évaluer les caractéristiques des élevages avicoles et la contamination par *Salmonella* spp. et *Escherichia coli* des poulets d'élevage dans les villes de N'Djaména et Doba. Les informations collectées, basées sur des enquêtes tant formelles qu'informelles ont permis d'identifier 10 élevages de poulets de chair à N'Djaména et 16 élevages traditionnels à Doba, correspondant dans leur majorité à des établissements de petite taille et à faible investissement. Au total, 1 090 prélèvements ont été réalisés dans ces fermes, sur trois périodes de trois mois chacune allant de juin à août 2014 puis de mars à mai 2015 pour Doba et de novembre 2014 à janvier 2015 pour N'Djaména. La méthode de référence NF EN ISO 6579 et la culture sur milieu spécifique EMB (éosine bleu de méthylène) ont permis d'isoler 105 germes, dont 65 (5,96 %) *E. coli* dans cinq élevages soit un taux de contamination des élevages de 19,23 % et 40 (3,67 %) *Salmonella* dans dix

élevages soit un taux de contamination des élevages de 38,46 %. Ces prévalences élevées mettent en évidence, pour la première fois à la connaissance des auteurs, le niveau de contamination des filières poulets de chair et poulets traditionnels par les salmonelles et *E. coli* à N'Djaména et Doba.

### Mots-clés

Contamination – Élevage avicole – *Escherichia coli* – Poulet – Prévalence – *Salmonella* spp. – Tchad.

### Introduction

Les toxi-infections alimentaires constituent l'une des causes importantes de morbidité et de mortalité à travers le monde. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que deux millions de personnes meurent chaque année de diarrhées infectieuses (1, 2). Parmi celles-ci, les colibacilloses et salmonelloses représentent un problème réel ou potentiel dans la plupart des pays en développement (3, 4, 5). Elles constituent un sujet de préoccupation pour de nombreux secteurs et continuent également à inquiéter l'opinion publique, entraînant la mobilisation des circuits de consommation, de production et de commercialisation des produits d'origine animale ainsi que celle des chercheurs et des responsables de la santé publique (1).

De nombreuses souches d'*Escherichia coli* ont été incriminées en tant qu'agent étiologique des diarrhées infantiles chez l'homme, et des diarrhées, gastro-entérites, infections urinaires, méningites, septicémies chez les animaux (2). En outre, elles sont responsables du décès ou des faibles performances des animaux infectés et de troubles divers de la reproduction, entraînant des coûts élevés en termes de prévention. Par exemple, on note une perte annuelle de six millions d'euros au Royaume-Uni due à l'impact des colibacilloses aviaires (4). Les salmonelloses, pour leur part ont une importance considérable dans les domaines vétérinaire et médical. Ceci est attribuable aux pertes économiques imputables aux chutes de production, aux saisies et aux coûts induits par les méthodes de prévention et leur suivi, ainsi que par la forte incidence des toxi-infections alimentaires collectives, dans un contexte où un haut niveau de sécurité sanitaire est exigé par le consommateur. La maîtrise de la contamination salmonellique des viandes de volaille est devenue un prérequis

indispensable pour le consommateur et un argument économique pour les industriels (6).

En outre, l'émergence et le développement croissant de la résistance bactérienne aux antibiotiques constitue un problème de santé publique. Cette résistance pourrait nuire à l'efficacité des traitements des maladies chez l'homme car il est admis actuellement que le transfert de bactéries multi-résistantes, directement de l'animal à l'homme et la diffusion de gènes de résistance constituent une menace réelle (7). L'infection est d'ailleurs très communément associée à la consommation de viande et de produits carnés, surtout ceux à base de volaille. Les poulets jouent un rôle prépondérant en tant que vecteurs de transmission des salmonelloses et colibacillooses humaines (8).

Au Tchad, le cheptel avicole estimé officiellement à 11 millions de têtes en 1984 est passé à 24 millions de têtes en 1997 (9), ce qui représente un taux de croissance annuel de 10 %. La revue récente du secteur avicole au Tchad validée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) en 2010 a estimé les effectifs à 47,8 millions de têtes (10). Ce cheptel organisé en élevages semi-industriels et familiaux traditionnels est dominé par le poulet domestique *Gallus gallus* (11).

Les mauvaises pratiques de biosécurité au niveau des élevages familiaux et de certaines fermes commerciales mal entretenues, le faible accès aux services vétérinaires et aux médicaments favorisent la persistance et la propagation de certaines pathologies aviaires (12).

Très peu de données statistiques fiables sont disponibles au niveau national sur la prévalence des contaminations dues à *Salmonella* et *E. coli*. Néanmoins, certaines informations disparates font état d'une expansion inquiétante de la salmonellose dans les élevages de poules pondeuses (13).

L'objectif de cette étude est de déterminer les principales caractéristiques des élevages avicoles et d'évaluer le taux de contamination du poulet par *Salmonella* spp. et *E. coli* dans les élevages de N'Djaména et Doba. La prévalence des infections, ainsi que la répartition des souches isolées suivant les types d'élevages sont également discutées.

## **Matériels et méthodes**

### **Sites d'étude**

La présente étude a porté sur deux villes du Tchad : N'Djaména, la capitale et Doba, ville pétrolière. Les élevages enquêtés se situent en zone urbaine et périurbaine de ces deux villes.

#### **N'Djaména**

N'Djaména est une ville centenaire frontalière du Cameroun, située au sud-ouest du territoire tchadien. Elle est installée au confluent de deux grands fleuves du pays, le Logone et le Chari et compte dix arrondissements. D'après le dernier recensement général de la population et de l'habitat, la population de la ville s'élève à 993 492 habitants (14). N'Djaména dispose de 57 élevages avicoles recensés par la Direction des études et des statistiques du ministère de l'Élevage, dont seuls 27 sont en activité avec un total estimé d'environ 30 000 têtes par an.

#### **Doba**

Chef-lieu de la région du Logone oriental, la ville de Doba est située sur les rives du fleuve Pendé, au centre sud du pays à une latitude de 8,660° Nord et une longitude de 16,850° Est. La ville de Doba est divisée en quatre arrondissements avec une population totale de 18 052 habitants (14). L'exploitation avicole dans la région est à prédominance familiale avec un total de 3 911 139 têtes et une moyenne estimée à 27 poulets environ par ménage (11).

### **Échantillonnage**

À N'Djaména, l'étude a porté sur 10 des 27 fermes avicoles, toutes privées et volontaires pour l'enquête. La base de la sélection des fermes est le volontariat : tous les fermiers ont été approchés sans distinction afin d'obtenir leurs signatures autorisant l'accès à leur ferme, mais beaucoup ont décliné l'offre. Les fermes participantes étaient concentrées dans les 1<sup>er</sup> et 9<sup>e</sup> arrondissements. Les refus étaient motivés par le risque de perte des oiseaux après introduction des écouvillons dans leur cloaque.

À Doba, l'enquête a porté sur 16 élevages familiaux, dont 10 en ville et 6 à Nangkesse (village périphérique situé à 3 km du centre-ville). Les quatre arrondissements ont été couverts par l'enquête avec au minimum un élevage par quartier.

### **Enquêtes formelles et informelles**

L'étude s'est appuyée sur une approche participative en deux volets :

- dans un premier temps, il a été procédé à une sensibilisation en vue d'obtenir l'adhésion des fermiers à enquêter, suivie du recensement des élevages ;
- une deuxième visite a été effectuée pour la prise d'échantillons dans les fermes avicoles.

Les différents points abordés dans l'entretien réalisé avec les éleveurs ont porté sur : l'emplacement et l'environnement des fermes, les infrastructures, les équipements d'élevage, les mesures d'hygiène (jugées sur différents critères tels que la désinsectisation, la dératisation, les fréquences de nettoyage des équipements et des infrastructures, le respect des consignes d'hygiène par le personnel, la présence de sanitaires, d'eau, de savon et de vêtements spécifiques), le personnel, l'alimentation, l'utilisation des médicaments vétérinaires et l'origine des aliments pour animaux. Le formulaire d'enquête ainsi que les résultats sont disponibles auprès de l'auteur chargé de la correspondance.

### **Prélèvements**

Tous les prélèvements ont été effectués par les mêmes enquêteurs (préalablement formés) en trois campagnes bien distinctes de trois mois chacune : une à N'Djaména et deux à Doba. Chaque échantillon était accompagné d'une fiche de suivi comportant le nom de l'opérateur, la date, le type et l'heure de prélèvement, la race et l'âge des animaux, leur origine, la température du jour et les signes éventuels de pathologies.

## Prélèvements à N'Djaména

Au total, 545 prélèvements ont été effectués entre novembre 2014 et janvier 2015, ce qui correspond à la période d'intense activité du secteur. Dans chaque ferme, ont été réalisés des écouvillonnages cloacaux et des prélèvements d'eau de consommation, d'aliments et de fientes sur la litière.

Le prélèvement de fientes était constitué de trois pools de deux prélèvements de 5 g de fientes fraîches, prélevées au niveau d'un tiers de la surface totale du bâtiment puis mis dans un sachet stomacher stérile. Le prélèvement d'eau de consommation était constitué de trois pools de deux prélèvements de 5 ml d'eau provenant de trois abreuvoirs différents puis mis dans un sachet stomacher stérile. Le prélèvement d'aliments était constitué de trois pools de deux prélèvements de 5 g d'aliment provenant de trois mangeoires différentes puis mis dans un sachet stomacher stérile. Le prélèvement cloacal était constitué de 40 écouvillons cloacaux (un écouvillon stérile pour chaque poulet) introduits ensemble dans un sachet stomacher stérile. Les prélèvements étaient mis dans un caisson isotherme muni de glaces et d'icebags pour maintenir la température à 4 °C puis ramenés au laboratoire dans un délai ne dépassant pas 4 h, mis au réfrigérateur et traités le lendemain matin.

## Prélèvements à Doba

Les prélèvements se sont déroulés en deux campagnes, comme suit : 275 prélèvements effectués durant la première campagne de juin à août 2014, correspondant à la saison des pluies, et 270 prélèvements effectués durant la seconde campagne de mars à mai 2015, correspondant à la saison sèche.

Tous les échantillons étaient constitués de 20 prélèvements d'écouvillons cloacaux (un écouvillon stérile pour chaque poulet) effectués dans chaque élevage et mis dans des sachets stomacher stériles.

Comme à N'Djaména, les prélèvements ont été conservés dans un caisson isotherme muni de glace et d'icebags pour maintenir la température à 4 °C et ramenés au laboratoire dans un délai ne dépassant pas 4 h, conservés au frais et traités le lendemain matin.

## Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au laboratoire de bactériologie générale de l'Institut de recherche en élevage pour le développement (IREDD) de N'Djaména. L'isolement des bactéries a été effectué suivant la méthode de référence NF EN ISO 6579 pour la recherche de *Salmonella* spp. et par culture sur milieu spécifique éosine bleu de méthylène (EMB) (Deben Diagnostics Ltd) pour la recherche d'*E. coli*.

### Recherche de *Salmonella* spp.

Elle a nécessité quatre phases, conformément à la méthode de référence NF EN ISO 6579 :

i) une phase de pré-enrichissement en milieu non sélectif où les prélèvements sortis du réfrigérateur sont pré-enrichis au 1/10 avec de l'eau peptonée tamponnée, homogénéisés à l'aide d'un vortex pendant 2 min, laissés pour revivification à température ambiante pendant 30 min puis incubés à 37 °C pendant 18 à 20 h ;

ii) une phase d'enrichissement en milieux sélectifs liquides où un volume de 0,1 ml du pré-enrichissement est utilisé pour inoculer 10 ml du milieu Rappaport Vassiliadis soja (RVS) et 1 ml pour 10 ml du milieu tétrathionate de Müller-Kauffmann (MKTT<sub>n</sub>). Par la suite, le milieu RVS est incubé à 42 °C et le MKTT<sub>n</sub> à 37 °C pendant 18 à 24 h ;

iii) une phase d'isolement : les milieux sélectifs gélosés Hektoen et xylose lysine désoxycholate (XLD) sont ensemencés à partir des produits d'enrichissement suivant la méthode des quadrants et incubés à 37 °C pendant 24 h. Subséquemment, cinq colonies caractéristiques sont prélevées et ensemencées, d'abord sur gélose Hektoen en vue d'une première purification puis 24 h après sur gélose nutritive pour une seconde purification ;

vi) une identification biochimique au cours de laquelle les milieux suivants sont ensemencés avec les colonies pures, typiques de *Salmonella* :

– gélose de Kligler-Hajna : les cultures typiques de *Salmonella* correspondent à une pente alcaline (rouge) et un culot acide (jaune), avec

formation de gaz (environ 90 % de cas) et de sulfure d'hydrogène (noircissement de la gélose) ;

– milieu urée-indole : dans ce milieu, les caractéristiques des salmonelles sont uréase (-) et indole (-) ;

– galerie d'identification API 20<sup>E</sup>® pour l'identification des bacilles Gram-négatives (Bio-Mérieux) : après ensemencement et incubation selon les recommandations du fabricant, les réactions se traduisent par des changements spontanés de coloration, révélés par l'addition ou non de réactifs. La lecture est faite à l'aide du catalogue analytique.

Pour toutes ces étapes d'identification, l'incubation est effectuée à 37 °C pendant 18 à 24 h.

### Recherche d'*Escherichia coli*

Les prélèvements sortis du réfrigérateur sont pré-enrichis au 1/10 avec de l'eau peptonée tamponnée, homogénéisés à l'aide d'un vortex pendant 2 min puis laissés pour la revivification à température ambiante pendant 30 min ; ils sont ensuite incubés à 37°C pendant 18 à 24 h. Par la suite, une boîte de gélose EMB est ensemencée avec la solution pré-enrichie suivant la méthode des quadrants et incubée à 37 °C pendant 24 h. Subséquemment, cinq colonies caractéristiques (violette foncée de 2 à 3 mm de diamètre, à centre noir et présentant un éclat métallique verdâtre en lumière réfléchi) sont prélevées et ensemencées sur gélose nutritive en vue de la purification. Les colonies obtenues sont confirmées par les tests biochimiques (gélose en pente de Kligler-Hajna puis galeries<sup>®</sup> API 20<sup>E</sup>).

### Analyses statistiques

Le nombre d'échantillons a été déterminé à l'aide du logiciel OPEN-EPI 3.01. La base de données a été créée et gérée à l'aide du logiciel Access (Microsoft Office 2010) ; les données quantitatives ont été saisies à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2010 et analysées au moyen du logiciel Statistical Package for the Social Sciences, version 17.0 (SPSS). Le test du Khi-carré de Pearson a été utilisé pour évaluer et comparer les prévalences des infections dans les différents élevages (15).



## Résultats

### Caractéristiques des animaux

Il ressort des informations collectées dans les élevages de poulets de chair de N'Djaména et familiaux de Doba que les animaux étaient de race Hybro chair (60 %), Vedette (20 %) et Decko (20 %) et d'âge compris entre 35 et 60 jours à N'Djaména, tandis qu'à Doba l'âge variait de cinq à dix-huit mois et les volailles étaient de race locale. Au moment des prélèvements, aucun oiseau ne présentait de signes de pathologie cliniquement décelables.

### Caractéristiques des élevages enquêtés

#### Élevages de N'Djaména

Les élevages de poulets de chair étudiés étaient de taille modeste avec en moyenne 1 197 sujets par bande. Les investissements semblent être relativement faibles et matérialisés dans 60 % des cas par un seul bâtiment d'élevage par exploitation et dans 40 % des cas par deux bâtiments élevages. La densité variait de 3 à 16 animaux au mètre carré. Les bâtiments d'élevage avaient des murs soit en terre battue (40 %), soit en dur (60 %) avec des toits en tôles.

Les élevages étaient équipés de mangeoires, abreuvoirs et chauffage manuel au charbon de bois sans système de ventilation. La variation de l'humidité ne faisait l'objet d'aucun contrôle dans les bâtiments, avec pour conséquence un arrêt de la production en cas de fortes canicules. L'éclairage se faisait principalement par des lampes tempêtes, ou avec des batteries, rarement par un générateur de courant. Le sol était taloché de béton et couvert dans 80 % des cas de litière en paille et, dans 20 % de litière en copaux. La plupart des fermes (80 %) n'étaient pas clôturées, laissant ainsi libre accès aux animaux de la basse-cour (caprins, ovins, canards, chiens, chats). Les sources d'abreuvement étaient surtout des forages (80 %), les puits ouverts étant plus rares (20 % des élevages).

La moitié des fermes étudiées (5/10) avaient plus d'un employé ayant suivi une formation en biosécurité. Les employés étaient correctement équipés dans six élevages et deux élevages faisaient appel à un vétérinaire pendant les activités.

## Élevages de Doba

Les seize élevages avicoles étaient tous de type traditionnel et dotés de très faibles investissements ; leurs effectifs variaient de 8 à 140 têtes par élevage. Dans 25 % de ces élevages, les animaux étaient en liberté, sans recevoir de soins ni d'apports alimentaires et sans abris véritables. Dans 37,5 % des élevages, les animaux étaient logés dans des poulaillers de fortune, notamment des canaris, sécko, briques de terre superposées ou coins de cuisine la nuit, et libérés le matin ; ils étaient nourris de quelques poignées de céréales ou de graines de légumineuses distribuées le matin et/ou le soir. Enfin, dans les 37,5 % d'élevages restants, les animaux bénéficiaient d'un espace clôturé par un grillage avec accès à un poulailler en matériaux durables et recevaient des soins et des apports alimentaires.

### **Prévalence de la contamination des élevages par *Salmonella* spp. et *Escherichia coli***

Sur l'ensemble des deux villes, un total de 1 090 échantillons collectés à partir de 26 élevages de poulets de chair et traditionnels ont été analysés. Au total, 40 échantillons (3,67 %) provenant de 10 élevages (38,46 %) se sont révélés positifs à la présence de *Salmonella* spp. et 65 échantillons (5,96 %) provenant de 5 élevages (19,23 %) ont été caractérisés positifs pour *E. coli* (Tableaux I et II).

À N'Djaména, seuls 4 élevages parmi les 10 élevages étudiés se sont avérés positifs à *Salmonella* spp., soit un taux de contamination de 40 % (Tableau I) et 3 élevages ont été trouvés positifs pour *E. coli*, soit un taux de contamination de 30 % (Tableau II). En revanche, à Doba, lors de la première campagne, 6 élevages sur les 16 étudiés étaient positifs à *Salmonella* spp. (soit un taux de contamination de 37,5 %) et 1 élevage était positif à *E. coli* (soit un taux de contamination de 6,25 %). En seconde campagne, aucune contamination des élevages par *Salmonella* spp. n'a été observée. En revanche, deux prélèvements étaient positifs à *E. coli* (0,74 %), qui provenaient du même élevage (taux de contamination des élevages de 6,25 %) (Tableaux I et II).

Sur l'ensemble des deux campagnes à Doba, 6 élevages ont été trouvés positifs à *Salmonella* spp. parmi les 16 étudiés, soit 37,5 % avec 21 prélèvements positifs parmi les 545 analysés, soit un taux d'isolement de 3,85 % (Tableau I),

et 2 élevages se sont avérés positifs à *E. coli* soit 12,5 % des élevages avec 3 prélèvements positifs, soit un taux d'isolement de 0,55 % (Tableau II).

Les résultats des prévalences de contamination par types d'élevages sont présentés dans le Tableau III. Il ressort de ce tableau que la différence des prévalences observées entre les types d'élevages est hautement significative, tant pour *E. coli* ( $p < 0,001$ ) que pour *Salmonella* spp. ( $p < 0,001$ ).

Pour ce qui est des types de prélèvements (Tableau IV), tous se sont révélés positifs à au moins un germe, à l'exception des fientes fraîches qui ne contenaient pas de *Salmonella* spp. Les autres types de prélèvements ont présenté un faible taux d'isolement, la majorité des isolats provenant du cloaque des animaux avec un taux d'isolement élevé de 71,42 %.

Il convient de signaler que pour les écouvillons cloacaux, il a été observé une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ) tant pour *E. coli* que pour *Salmonella* spp. entre les villes, avec des taux d'isolement plus élevés à N'Djaména pour *E. coli* (69,2 %) et à Doba pour *Salmonella* spp. (52,5 %).

Pour les aliments et l'eau de boisson, des différences significatives ( $p = 0,002$ , et  $p = 0,005$ ) ont été observées uniquement pour *Salmonella* spp. Les taux d'isollements étaient plus élevés à N'Djaména, tant pour les aliments (17,5 %) que pour l'eau (15 %). Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre les deux villes pour les fientes fraîches ( $p = 0,423$ ).

## Discussion

### Caractéristiques des élevages

Les caractéristiques des élevages de la ville de N'Djaména se rapprochent de celles observées lors d'une étude portant sur 30 fermes de la wilaya de Constantine en Algérie (5) et d'une autre plus récente portant sur 16 fermes de N'Djaména (13). En ce qui concerne les élevages de la ville de Doba, ils correspondent à la description faite par une étude gouvernementale des systèmes d'élevages traditionnels sur le territoire tchadien (11).

## Prévalence des infections

### Prévalence des élevages

La prévalence totale de la contamination des élevages dans les deux villes étudiées est de 57,69 %, dont 19,23 % pour *E. coli* et 38,46 % pour *Salmonella* spp. Cette prévalence assez élevée traduit une très forte contamination des élevages de poulets de chair à N'Djaména, et traditionnels à Doba. Plus de la moitié des fermes présentaient une contamination bactérienne, due probablement à une prophylaxie insuffisante et à de mauvaises pratiques d'hygiène au niveau des bâtiments et des équipements d'élevage (16, 17, 18). Plusieurs études menées dans les pays industrialisés et en développement (19, 20, 21) ont constaté des taux de prévalence de *Salmonella* assez importants dans les élevages de poulets de chair, corroborant ceux de la présente étude.

En Afrique, des études réalisées au Sénégal ont montré une prévalence de *Salmonella* et d'*E. coli* de 84,4 % (22). En Algérie, une prévalence de *Salmonella* de 36,66 % parmi 30 élevages de poulets de chair a été rapportée (5). Une autre étude conduite entre 2000 et 2001 sur les fientes de 70 élevages de volailles au Sénégal a révélé une prévalence de contamination par les salmonelles de 28,6 % (23).

Dans la présente étude, en prenant en compte chaque type d'élevage, la prévalence la plus élevée (77,15 %) a été observée dans les fermes semi-industrielles. Par ailleurs, une étude réalisée au Sénégal sur les cuisses de poulets congelées importées d'Europe (22) a montré que sur 95 cartons de cuisses, 2,1 % étaient contaminés par les salmonelles, et 45,26 % par *E. coli*. Ainsi, il ressort de cette étude que les poulets locaux présentent une forte charge en germes pathogènes tels que les salmonelles et les *E. coli*. Ces résultats, comme ceux précédemment évoqués pourraient s'expliquer par des pratiques d'hygiène défectueuses dans les élevages de volailles (24, 25).

### Prévalence individuelle

Concernant la contamination des poulets par les salmonelles et *E. coli*, la prévalence est de 3,67 % pour *Salmonella* spp. et de 5,96 % pour *E. coli*. Les *Salmonella* non typhiques sont largement disséminées dans la nature, colonisant une gamme étendue d'animaux y compris les mammifères, les

amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les insectes (26). Cependant, il existe peu d'informations concernant les réservoirs environnementaux et les modes de contamination des *Salmonella* non typhiques, plus particulièrement dans le contexte africain (27). *Escherichia coli* en revanche fait partie de la flore commensale du tractus digestif des volailles. Il est donc disséminé par les fèces des oiseaux et la volaille peut être contaminée par diverses sources (oiseaux, rongeurs, insectes, oiseaux sauvages, eau, poussières, environnement) (28). Le plus souvent, *E. coli* est plutôt considérée comme un agent de surinfection (29). C'est certainement pour toutes ces raisons que des pourcentages de contamination par *E. coli* (68,33 %) plus élevés que dans la présente étude ont été rapportés (22). De plus, l'espèce *E. coli* est utilisée comme un indicateur de mauvaises conditions d'hygiène (22). Ainsi, la prévalence élevée d'*E. coli* révèle une application insuffisante des règles rigoureuses d'hygiène dans les élevages enquêtés. En effet, dans certains élevages, les bâtiments ne sont pas clôturés, ce qui donne libre accès aux animaux de la basse-cour, et sont entourés d'immondices. Dans d'autres élevages, les animaux sont laissés en divagation sans soin ni abri. En outre, l'espèce *E. coli* est le meilleur indice de contamination fécale dans le cadre de la recherche des entérobactéries pathogènes telles que *Salmonella* (22). Celles-ci ont été mises en évidence dans 3,67 % des échantillons de la présente étude. Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Tabo et coll. au Tchad (43,75 %) (13) et à ceux obtenus par Fofana au Sénégal (62,56 %) (22), mais restent supérieurs à ceux obtenus par Elgroud dans la wilaya de Constantine en Algérie (1,66 %) (5). Ce niveau de contamination est en accord avec la prévalence observée au sein de l'Union européenne chez les poulets de chair, qui est comprise entre 0 % et 18 % (1). Ces chiffres sont obtenus par divers programmes d'études et de surveillance et il est fort possible que les variations reflètent les différences entre les schémas d'échantillonnage et de prélèvement utilisés d'un pays à un autre (1).

Par ailleurs, la prévalence estimée des contaminations des poulets par des salmonelles s'élevait à 69,8 % en France (30), à 41,3 % en Turquie (31) et à 28,6 % en 2000-2001 au Sénégal (70 élevages étudiés et prélèvements de fèces) (23). Ces dernières années et grâce probablement aux performances des programmes de contrôle de l'Union européenne, les contaminations par les salmonelles semblent décliner dans la plupart des états européens. Il semble que les tailles d'élevage soient significativement associées à la contamination des troupeaux de volailles par *Salmonella* spp. Des études conduites aux Pays-

Bas (32) et en Belgique (33) ont également montré que le risque de contamination des élevages par *Salmonella* spp. augmente avec la taille de l'exploitation et la période d'échantillonnage.

Il est important de relever qu'au cours de notre étude, le taux de contamination était relativement plus élevé dans les prélèvements cloacaux (71,42 %) que dans les fientes et l'eau (10,48 %) ou les aliments (7,62 %). Ceci pourrait être lié à une excrétion abondante de germes suite aux facteurs de stress tels que les températures élevées et les déficits hygrométriques qui prévalent dans les élevages étudiés (34, 35, 36).

La détection d'une contamination à des taux élevés au sein des bandes de volailles en cage n'est pas considérée comme étant nécessairement liée à la sensibilité des méthodes d'échantillonnages et d'analyse, mais plutôt comme étant associée à un déficit de propreté et de désinfection des bâtiments d'élevage des poulets ou à un contrôle sanitaire insuffisant (37, 38). Il est actuellement admis que la majorité des contaminations chez les poulets est tributaire d'une contamination persistante au sein de la ferme. Aussi, la contamination par le genre *Salmonella* de la bande précédente est une source potentielle reconnue d'infection pour la bande suivante au sein d'un même élevage de volailles (39). Il a également été rapporté que les transmissions verticale et horizontale jouent un rôle important dans la contamination par *Salmonella* des troupeaux de poulets dans les élevages (33).

D'autres études ont révélé que l'introduction de poussins indemnes de salmonelles grâce à la vaccination des bandes parentales contre *Salmonella* est certes un moyen efficace pour contrôler la transmission verticale dans un troupeau, mais ne suffit pas à prévenir la contamination des volailles par l'environnement si aucune mesure d'hygiène n'est prise simultanément (40). Plusieurs études ont également montré que les mesures à prendre pour limiter la contamination horizontale dans les élevages doivent inclure un nettoyage et une désinfection efficaces des bâtiments et l'application des mesures sanitaires appropriées contre les vecteurs de germes mobiles et immobiles (16, 17, 18, 40, 41).

Ces états de contamination sont probablement liés à l'état général très rudimentaire des infrastructures et équipements de l'ensemble des fermes étudiées, qui n'étaient pas conformes aux normes sanitaires et n'appliquaient

pas les mesures d'hygiène et de biosécurité requises, ce qui souligne l'impératif de mettre en place une surveillance épidémiologique et un contrôle sanitaire approprié des élevages de poulets dans les zones enquêtées.

## Conclusion

Cette étude a permis de caractériser les fermes de la filière semi-industrielle d'élevage de poulets de chair de N'Djaména ainsi que les élevages traditionnels de Doba et relevé pour la première fois les tendances concernant les contaminations par *Salmonella* et *E. coli* dans ces filières. Il apparaît clairement que la taille d'échantillonnage au niveau du nombre d'élevages de poulets de chair et traditionnels enquêtés dans la présente étude est un facteur limitant majeur qui ne permet pas de garantir une représentativité optimale des résultats obtenus. Cependant, ces données font ressortir les tendances de la prévalence et de la persistance des contaminations et devraient inciter à améliorer fortement les pratiques de gestion des élevages des poulets. Il serait intéressant de reprendre ce travail à une plus grande échelle avec un échantillon plus représentatif de la population de poulets au Tchad afin de confirmer ou d'infirmier cette tendance.

## Remerciements

La gratitude des auteurs va à l'endroit de la Commission nationale chargée de l'attribution des bourses et d'équipements aux laboratoires de recherche sur les fonds « formation des formateurs » (CONFOFOR) et l'Alliance Afrique One Aspire pour le soutien financier apporté à la réalisation de ce travail.

## Bibliographie

1. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) (2006). – Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine. AFSSA, Maisons-Alfort, France, 232 pp. Disponible en ligne : [www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28769-usage-veterinaire-antibio.pdf](http://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-28769-usage-veterinaire-antibio.pdf) (consulté le 24 janvier 2017).

2. Chahed A., China B. & Daube G. (2007). – Les *Escherichia coli* producteurs de shigatoxines dans les toxi-infections d'origine alimentaire. *Ann. Méd. Vét.*, **151**, 215–246. Disponible en ligne :

[www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2007\\_151\\_4\\_02.pdf](http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2007_151_4_02.pdf) (consulté le 10 février 2017).

3. Thorns C.J. (2000). – Bacterial food-borne zoonoses. *In* An update on zoonoses (P.-P. Pastoret, coord.). *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **19** (1), 226–239. doi:10.20506/rst.19.1.1219.

4. Milnes A.S., Sayers A.R., Stewart I., Clifton-Hadley F.A., Davies R.H., Newell D.G., Cook A.J.C., Evans S.J., Smith R.P. & Paiba G.A. (2009). – Factors related to the carriage of Verocytotoxigenic *E. coli*, *Salmonella*, thermophilic *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica* in cattle, sheep and pigs at slaughter. *Epidemiol. Infect.*, **137** (8), 1135–1148. doi:10.1017/S095026880900199X.

5. Elgroud R., Zerdoumi F., Benazzouz M., Bouzitouna-Bentchouala C., Granier S.A., Frémy S., Brisabois A., Dufour B. & Millemann Y. (2009). – Characteristics of *Salmonella* contamination of broilers and slaughterhouses in the region of Constantine (Algeria). *Zoonoses Public Hlth*, **56** (2), 84–93. doi:10.1111/j.1863-2378.2008.01164.x.

6. Ghafir Y. & Daube G. (2007). – Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, **151**, 79–100. Disponible en ligne : [www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2007\\_151\\_2\\_03.pdf](http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2007_151_2_03.pdf) (consulté le 3 octobre 2017).

7. Ungemach F.R., Müller-Bahrtdt 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. doi:10.1016/j.ijmm.2006.01.059.

8. Organisation mondiale de la santé/Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (OMS/FAO) (2002). – Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. Microbiological Risk Assessment Series 2, OMS, Genève, Suisse & FAO, Rome, Italie, 302 pp. Disponible en ligne : [www.fao.org/3/a-y4392e.pdf](http://www.fao.org/3/a-y4392e.pdf) (consulté le 10 février 2017).

9. Mopaté Logténé Y. & Ndzingu Awa D. (2010). – Systèmes avicoles en zone de savanes d'Afrique centrale : performances zootechniques et



importance socio-économique. (L. Seiny-Boukar & P. Boumard, édit.). Actes du colloque « Savanes africaines en développement : innover pour durer », 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djaména, Tchad, Cirad, Montpellier, France, 11 pp. Disponible en ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00472067/document> (consulté le 10 février 2017).

10. Mopaté Logténé Y. (2010). – Revue du secteur avicole au Tchad. Projet grippe aviaire (OSRO/CHD/602/EC), Financement Union européenne, Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO), Rome, Italie, 65 pp. Disponible en ligne : [www.fao.org/docs/eims/upload/278877/ak771f00.pdf](http://www.fao.org/docs/eims/upload/278877/ak771f00.pdf) (consulté le 10 février 2017).

11. Direction de la promotion des productions et industries animales (DPPIA) (2009). – Rapport final de recensement des volailles des exploitations semi-industrielles et des marchés à volaille dans le cadre du projet OSRO/CHD/602/BC, dans 11 délégations régionales d'élevage au Tchad. DPPIA, N'Djaména, Tchad, 14 pp.

12. Awa D.N., Achukwi M.D., Manchang T.K., Enam J., Tenghe A.M.M., Niba E., Mfopit M.Y. & Nain C.W. (2009). – The veterinary input sector and animal health management in traditional livestock systems of north Cameroon. Troisièmes journées de recherches en sciences sociales, 9-11 décembre, Montpellier. INRA–SFER–CIRAD, Paris, France, 14 pp.

13. Tabo D.-A., Diguimbaye C.D., Granier S.A., Moury F., Brisabois A., Elgroud R. & Millemann Y. (2013). – Prevalence and antimicrobial resistance of non-typhoidal *Salmonella* serotypes isolated from laying hens and broiler chicken farms in N'Djaména, Chad. *Vet. Microbiol.*, **166** (1–2), 293–298. doi:10.1016/j.vetmic.2013.05.010.

14. Ministère du Plan, de l'économie et de la coopération internationale (Tchad) (2012). – Deuxième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH2, 2009) : résultats globaux définitifs. INSEED, N'Djaména, Tchad, 155 pp. Disponible en ligne : <https://searchworks.stanford.edu/view/11371954> (consulté le 10 février 2017).

15. Huneau-Salaün A., Chémaly 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. Septièmes journées de la recherche avicole, Tours, France, 28-29 mars, 505–509. Disponible en ligne : [www.journees-de-la-recherche.org/PDF/Q28-HUNEAU-Version-def.pdf](http://www.journees-de-la-recherche.org/PDF/Q28-HUNEAU-Version-def.pdf) (consulté le 10 février 2017).

16. Garber L., Smeltzer M., Fedorka-Cray P., Ladely S. & Ferris K. (2003). – *Salmonella enterica* serotype Enteritidis in table egg layer house environments and in mice in U.S. layer houses and associated risk factors. *Avian Dis.*, **47** (1), 134–142. doi:10.1637/0005-2086(2003)047[0134:SESEIT]2.0.CO;2.

17. Wales A., Breslin M., Carter B., Sayers R. & Davies R. (2007). – A longitudinal study of environmental *Salmonella* contamination in caged and free-range layer flocks. *Avian Pathol.*, **36** (3), 187–197. doi:10.1080/03079450701338755.

18. Murase T., Senjyu K., Maeda T., Tanaka M., Sakae H., Matsumoto Y., Kaneda Y., Ito T. & Otsuki K. (2001). – Monitoring of chicken houses and an attached egg-processing facility in a laying farm for *Salmonella* contamination between 1994 and 1998. *J. Food Protec.*, **64** (12), 1912–1916. doi:10.4315/0362-028X-64.12.1912.

19. Autorité européenne de sécurité des aliments & Centre européen de prévention et contrôle des maladies (EFSA & ECDC) (2012). – The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. *EFSA J.*, **10** (3), 2597, 442 pp. doi:10.2903/j.efsa.2012.2597.

20. Kim A., Lee Y.J., Kang M.S., Kwag S.I. & Cho J.K. (2007). – Dissemination and tracking of *Salmonella* spp. in integrated broiler operation. *J. Vet. Sci.*, **8** (2), 155–161. doi:10.4142/jvs.2007.8.2.155.

21. Siemon C.E., Bahnsen P.B. & Gebreyes W.A. (2007). – Comparative investigation of prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* between

pasture and conventionally reared poultry. *Avian Dis.*, **51** (1), 112–117. doi:10.1637/0005-2086(2007)051[0112:CIOPAA]2.0.CO;2.

22. Fofana A. (2004). – Étude de la résistance aux antibiotiques des souches de *Salmonella* spp. et *Escherichia coli* isolées de la viande de poulet de chair au Sénégal. Mémoire, Diplôme d'études approfondies en productions animales, Faculté des sciences et techniques, École Inter-états des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 43 pp. Disponible en ligne : [www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM04-6.dir/MEM04-6.pdf](http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM04-6.dir/MEM04-6.pdf) (consulté le 9 février 2017).

23. Cardinale E., Tall F., Guèye E.F., Cisse M. & Salvat G. (2004). – Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* infection in senegalese broiler-chicken flocks. *Prev. Vet. Med.*, **63** (3–4), 151–161. doi:10.1016/j.prevetmed.2004.03.002.

24. Villate D. (2001). – Maladie des volailles, 2<sup>e</sup> éd. Éditions France Agricole, Paris, France, 399 pp. Disponible en ligne : [www.decitre.fr/livres/maladies-des-volailles-9782855570570.html](http://www.decitre.fr/livres/maladies-des-volailles-9782855570570.html) (consulté le 9 février 2017).

25. Tall F. (2003). – Qualité bactériologique de la viande de poulet de chair au Sénégal : incidence des conditions d'élevage et d'abattage des volailles. Mémoire, Diplôme d'études approfondies en productions animales, Faculté des sciences et techniques, École Inter-états des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 37 pp. Disponible en ligne : [www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM03-11.dir/MEM03-11.pdf](http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM03-11.dir/MEM03-11.pdf) (consulté le 9 février 2017).

26. Butaye P., Michael G.B., Schwarz S., Barrett T.J., Brisabois A. & White D.G. (2006). – The clonal spread of multidrug-resistant non-typhi *Salmonella* serotypes. *Microbes Infect.*, **8** (7), 1891–1897. doi:10.1016/j.micinf.2005.12.020.

27. Morpeth S.C., Ramadhani H.O. & Crump J.A. (2009). – Invasive non-typhi *Salmonella* disease in Africa. *Clin. Infect. Dis.*, **49** (4), 606–611. doi:10.1086/603553.

28. Guérin J.-L. & Boissieu C. (2008). – Les colibacilloses ou infections à *Escherichia coli*. AVI campus, École nationale vétérinaire de Toulouse, Toulouse, France, 3 pp. Disponible en ligne : [www.avicampus.fr/PDF/PDFpathologie/colibacilloses.pdf](http://www.avicampus.fr/PDF/PDFpathologie/colibacilloses.pdf) (consulté le 9 février 2017).

29. Ndiaye C. (2010). – Étude anatomo-clinique et bactériologique sur des cas suspects de colibacillose aviaire dans les régions de Dakar et Thiès (Sénégal). Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, École Inter-états des sciences et médecine vétérinaires, Dakar, Sénégal, 144 pp. Disponible en ligne : [www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD10-9.dir/TD10-9.pdf](http://www.beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD10-9.dir/TD10-9.pdf) (consulté le 10 février 2017).

30. 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** (4), 265–277. doi:10.1016/S0167-5877(99)00002-1.

31. Tayfun Carli K., Eyigor A. & Caner V. (2001). – Prevalence of *Salmonella* serovars in chickens in Turkey. *J. Food Protec.*, **64** (11), 1832–1835. doi:10.4315/0362-028X-64.11.1832.

32. Mollenhorst H., van Woudenberg C.J., Bokkers E.G.M. & de Boer I.J.M. (2005). – Risk factors for *Salmonella* enteritidis infections in laying hens. *Poult. Sci.*, **84** (8), 1308–1313. doi:10.1093/ps/84.8.1308.

33. Namata H., Méroc E., Aerts M., Faes C., Cortiñas Abrahantes J., Imberechts H. & Mintiens K. (2008). – *Salmonella* in Belgian laying hens: an identification of risk factors. *Prev. Vet. Med.*, **83** (3–4), 323–336. doi:10.1016/j.prevetmed.2007.09.002.

34. Bouzidi N., Aoun L., Zeghdoudi M., Bensouilah M., Elgroud R., Oucief I., Granier S.A., Brisabois A., Desquilbet L. & Millemann Y. (2012). – *Salmonella* contamination of laying-hen flocks in two regions of Algeria. *Food Res. Int.*, **45** (2), 897–904. doi:10.1016/j.foodres.2011.05.027.

35. Golden N.J., Marks H.H., Coleman M.E., Schroeder C.M., Bauer Jr. N.E. & Schlosser W.D. (2008). – Review of induced molting by feed removal

and contamination of eggs with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Vet. Microbiol.*, **131** (3–4), 215–228. doi:10.1016/j.vetmic.2008.03.005.

36. Humphrey T. (2006). – Are happy chickens safer chickens? Poultry welfare and disease susceptibility. *Br. Poult. Sci.*, **47** (4), 379–391. doi:10.1080/00071660600829084.

37. Huneau-Salaün A., Chémaly M., Le Bouquin S., Lalande F., Petetin I., Rouxel S., Michel V., Fravallo P. & Rose N. (2009). – Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in 519 French laying hen flocks at the end of the laying period. *Prev. Vet. Med.*, **89** (1–2), 51–58. doi:10.1016/j.prevetmed.2009.01.006.

38. Davies R. & Breslin M. (2003). – Observations on *Salmonella* contamination of commercial laying farms before and after cleaning and disinfection. *Vet. Rec.*, **152** (10), 283–287. doi:10.1136/vr.152.10.283.

39. Baggesen D.L., Olsen J.E. & Bisgaard M. (1992). – Plasmid profiles and phage types of *Salmonella typhimurium* isolated from successive flocks of chickens on three parent stock farms. *Avian Pathol.*, **21** (4), 569–579. doi:10.1080/03079459208418878.

40. 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. Disponible en ligne : [www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2005\\_149\\_1\\_04.pdf](http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2005_149_1_04.pdf) (consulté le 9 février 2017).

41. Organisation mondiale de la santé animale (OIE) (2016). – Salmonellosis. In *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*, Chapter 2.9.8. OIE, Paris, France, 18 pp. Disponible en ligne : [www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health\\_standards/tahm/2.09.08\\_SALMONELLOSIS.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/2.09.08_SALMONELLOSIS.pdf) (consulté le 25 janvier 2017).

**Tableau I**  
**Prévalence à l'échelle des élevages et individuelle des infections à**  
***Salmonella* spp. dans les sites étudiés**

Localisation	Élevages			Prélèvements		
	Nombre d'élevages	Positifs	(%)	Analysés	Positifs	(%)
<b>N'Djaména (élevages de poulets de chair)</b>						
Campagne unique	10	4	40	545	19	3,49
Sous-total	10	4	40	545	19	3,49
<b>Doba (élevages traditionnels)</b>						
Première campagne (saison des pluies)	16	6	37,5	275	21	7,64
Seconde campagne (saison sèche)	16	0	0	270	0	0
Sous-total	16	6	37,5	545	21	3,85
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>38,46</b>	<b>1 090</b>	<b>40</b>	<b>3,67</b>

**Tableau II**  
**Prévalence à l'échelle des élevages et individuelle des infections à**  
***Escherichia coli* dans les sites étudiés**

Localisation	Élevages			Prélèvements		
	Nombre d'élevages	Positifs	(%)	Analysés	Positifs	(%)
<b>N'Djaména (élevages de poulets de chair)</b>						
Campagne unique	10	3	30	545	62	11,38
<b>Sous-total</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>545</b>	<b>62</b>	<b>11,38</b>
<b>Doba (élevages traditionnels)</b>						
Première campagne (saison des pluies)	16	1	6,25	275	1	0,36
Seconde campagne (saison sèche)	16	1	6,25	270	2	0,74
<b>Sous-total</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>12,5</b>	<b>545</b>	<b>3</b>	<b>0,55</b>
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>19,23</b>	<b>1 090</b>	<b>65</b>	<b>5,96</b>

**Tableau III****Prévalence de contamination des élevages traditionnels et semi-industriels**

Espèces bactériennes	Nombre de souches par élevages (%)		Valeur-p
	Traditionnels	Semi-industriels	
<i>Escherichia coli</i>	3 (4,6)	62 (95,4)	< 0,001
<i>Salmonella</i> spp.	21 (52,5)	19 (47,5)	< 0,001

**Tableau IV****Répartition des souches par types de prélèvements**

Types de prélèvements	Nombre de souches par pool					
	<i>Escherichia coli</i>			<i>Salmonella</i> spp.		
	Doba	N'Djaména	Valeur-p	Doba	N'Djaména	Valeur-p
Écouvillons cloacaux	3	45	< 0,001	21	6	< 0,001
Aliments	0	1	0,825	0	7	0,002
Eau de boisson	0	5	0,609	0	6	0,005
Fientes fraîches	0	11	0,423	0	0	–