

AVIFAUNE SAUVAGE ET AVORTEMENTS À SALMONELLES DANS LES ÉLEVAGES BOVINS : ENQUÊTE CAS/TÉMOINS DANS LE DÉPARTEMENT DE LA MANCHE*

Gourlay Philippe¹, Ripoché Marion² et Lehebel Anne³

RÉSUMÉ

L'enquête cas/témoins réalisée dans 102 élevages du département de la Manche et présentée ici est une approche originale de la problématique de l'implication éventuelle des oiseaux sauvages dans la survenue d'évènements sanitaires en élevages bovins. Elle s'est, en effet, fondée sur des données, déjà recensées, de cas cliniques d'une maladie. Aucune relation statistique n'a été mise en évidence entre la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages, notamment de la famille des Sturnidés, et la survenue d'avortements bovins à Salmonelles. Le mode de stockage des aliments concentrés apparaît, par contre, comme une pratique d'élevage à risque lorsqu'il est réalisé à l'air libre, sans qu'un lien de cause à effet puisse cependant être établi.

Mots-clés : oiseaux sauvages, Sturnidés, Colombidés, avortement, bovin, Salmonelles, enquête cas/témoins, facteur de risque, maladie.

SUMMARY

This is a case-control study designed to elucidate the potential involvement of wild birds in sanitary events in cattle farms. Clinical cases of *Salmonella* abortion in cattle in France were investigated. One hundred and two cattle owners were questioned about wild bird frequentation in their farm. The statistics failed to validate a link between wild birds (mostly European starlings) and the incidence of *Salmonella* abortions. However, the storage in the open air of pelleted feed for cattle appears to be a significant risk factor although no cause/effect relationship could be demonstrated in this study.

Keywords: Wild birds, *Sturnidae*, *Colombidae*, Abortion, Cattle, *Salmonella*, Case-control study, Risk factor, Disease.



* Texte de la communication orale présentée au cours des Journées scientifiques AEEMA, 1^{er} juin 2012

¹ LUNAM Université, Oniris, Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation Nantes-Atlantique, Centre vétérinaire de la faune sauvage et des écosystèmes des Pays de la Loire, BP 40706, 44307 Nantes, France

² Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles de Basse Normandie, 4 Place de Boston, 14200 Hérouville Saint Clair, France

³ INRA, UMR1300 Biologie, épidémiologie et analyse de risque en santé animale, BP 40706, 44307 Nantes, France

I - INTRODUCTION

Le développement de l'agriculture par la mise en terre des premières semences et la domestication d'espèces animales a permis à l'Homme, il y a plus de dix mille ans, de se sédentariser. Il disposait ainsi d'une source de nourriture constante. Initialement de subsistance, l'agriculture a ensuite évolué vers une activité de production et de négoce par l'augmentation des rendements. Les récoltes sont alors vendues et/ou utilisées comme aliment du bétail. La faune sauvage, partageant le même environnement que l'Homme s'adapta progressivement à ces activités agricoles, en venant profiter de sources d'aliment facilement accessibles : les cultures en plein champ et l'aliment du bétail.

Les animaux sauvages fréquentant les exploitations agricoles sont, à l'heure actuelle, souvent jugés comme indésirables, voire nuisibles. En effet, certaines espèces de mammifères sauvages (herbivores, rongeurs) et d'oiseaux sauvages (granivores, insectivores, omnivores) sont présentes autour des exploitations, parfois en nombre si important et si régulièrement, qu'elles sont ressenties comme source de nuisances par le système agricole actuel de production intensive. Afin de permettre une gestion raisonnée de ces situations conflictuelles, le législateur a alors élaboré des textes de loi. Des espèces d'animaux sauvages ont ainsi, dans certains pays et certains départements, le statut réglementaire de « nuisible » (terme défini en France par le Code rural, Article L251-3) permettant au gestionnaire de mettre en œuvre des mesures de lutte adaptées.

Les nuisances provoquées par les animaux sauvages, et notamment les oiseaux, fréquentant les exploitations agricoles sont diverses et peuvent être à l'origine de pertes économiques importantes. En effet, la consommation, par les oiseaux, de semences, de jeunes plants, de fruits ou d'aliment du bétail est à l'origine de pertes directes. L'Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) a ainsi été jugé responsable de 800 millions de dollars américains de pertes aux Etats-Unis en 1978 par consommation de blé et de 4,4 millions de dollars américains de pertes en 1972 aux Etats-Unis par consommation de fruits [Pimentel *et al.*, 2000 ; Linz *et al.*, 2007]. En France, en 1982, huit millions d'étourneaux sansonnets hivernant pendant 4 mois en Haute et Basse-Normandie furent jugés responsables respectivement de 22 et 96

millions de francs (3,4 et 15 millions d'euros) de pertes de maïs en grain et d'équivalent-lait à la suite de leur consommation d'ensilage de maïs [Perron, 1982]. Pimentel *et al.* [2000] aux Etats-Unis estiment les pertes liées à la consommation de la ration des bovins à 84 dollars américains pour 1000 étourneaux sansonnets. Cette estimation correspond à des pertes directes mais également à des pertes indirectes : la souillure des aliments par les fientes d'oiseaux entraîne, en effet, leur non-consommation, nécessitant une distribution supplémentaire de compléments alimentaires pour maintenir le niveau de production [Linz *et al.*, 2007]. Les oiseaux sauvages peuvent également souiller, par leurs fientes, le matériel et les bâtiments d'élevages ou encore les édifices publics. Des actions de nettoyage spécifiques sont alors nécessaires. Les fientes émises par de grands groupes d'oiseaux sur un site donné peuvent, par ailleurs, entraîner une atteinte à l'environnement (pollution de points ou de cours d'eau, mort d'espèces végétales...). D'autres types de nuisances sont enfin rapportés : pollution olfactive ou sonore, encombrement de gouttières ou de voies d'aération par des nids, bâche des silos d'ensilage percée, dégâts dans les cultures... [Perron, 1982 ; Sarmouk, 1994 ; Linz *et al.*, 2007].

Les oiseaux sauvages sont, par ailleurs, connus pour être porteurs d'agents biologiques pathogènes (ABP) dont certains sont communs à l'Homme et aux animaux d'élevage. En effet, de nombreux témoignages de détection d'ABP dans les fientes d'oiseaux sauvages, fréquentant notamment les exploitations agricoles, sont disponibles dans la littérature. *Histoplasma capsulatum* [Linz *et al.*, 2007], *Escherichia coli* [Wallace *et al.*, 1997 ; Pedersen *et al.*, 2006 ; Rogers, 2006 ; Linz *et al.*, 2007], *Coxiella burnetii* [Enright *et al.*, 1971 ; To *et al.*, 1998], *Chlamydophila psittaci* [Linz *et al.*, 2007 ; Lemus *et al.*, 2010], *Campylobacter spp.* [Hald *et al.*, 2003], *Mycobacterium avium paratuberculosis* [Linz *et al.*, 2007] ou encore *Salmonella spp.* [Kirk *et al.*, 2002 ; Daniels *et al.*, 2003 ; Millan *et al.*, 2004 ; Vlahovic *et al.*, 2004 ; Fossler *et al.*, 2005] ont ainsi été, entre autres, identifiés. Ce dernier ABP bactérien fut l'objet de nombreuses études, et des prévalences de portage par espèces hôtes étudiées sont alors disponibles. Ainsi, la prévalence de portage de Salmonelles varie, selon les études, de 1,5%

[Simitzis *et al.*, 1983 ; Sarmouk, 1994] à 2,5% [Carlson *et al.*, 2011 (1)] pour l'Etourneau sansonnet à 3% pour le Pigeon biset urbain (*Columba livia*) [Pedersen *et al.*, 2006] ou encore 7 à 31% pour les Laridés [Vlahovic *et al.*, 2004].

Bien que les oiseaux sauvages soient alors suspectés, du fait du portage d'ABP partagés avec l'Homme ou les animaux de production, de représenter un risque sanitaire pour la santé publique et la santé animale, peu d'études établissent, à notre connaissance, des liens entre leur fréquentation des élevages et la survenue d'évènements sanitaires. En effet, de nombreuses études évoquent le risque d'apparition de cas cliniques de maladies, à la suite de la transmission d'ABP par des oiseaux sauvages aux animaux d'élevage ou à l'Homme, sans pouvoir l'affirmer [Warnick, 2001 ; Travnicsek *et al.*, 2002 ; Nielsen *et al.*, 2004 ; Lejeune *et al.*, 2008 ; Gaukler, 2009]. Une épizootie de *Salmonella abortus* en Ecosse chez des ovins fut l'objet de plusieurs études [Fenlon, 1981 ; Butterfield *et al.*, 1983 ; Coulson *et al.*, 1983] qui mirent, cependant, en évidence un lien entre la fréquentation des élevages par des Goélands et la propagation de la maladie. Des études établissent, par contre, des liens entre la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages et la présence d'ABP dans les exploitations en montrant que le contrôle des populations d'oiseaux permet de diminuer la détection de ces ABP dans le stock d'aliments concentrés, dans l'eau de boisson ou dans la mangeoire des animaux [Daniels *et al.*, 2003 ; Carlson *et al.*, 2011 (2)]. Selon les auteurs, les oiseaux sauvages (Etourneau sansonnet et Pigeons principalement) permettent ainsi [Daniels *et al.*, 2003 ; Pedersen *et al.*, 2006 ; Linz *et al.*, 2007 ; Carlson *et al.*, 2011 (2)] ou non [Sarmouk, 1994 ; Gaukler, 2009] la persistance d'ABP (Salmonelles notamment) en tant que réservoirs.

En 2009 en France, l'évaluation de l'impact économique et sanitaire de la fréquentation des exploitations agricoles par les oiseaux sauvages a été confiée à la Fédération

Nationale de Lutte contre les Organismes Nuisibles (FNLON) par le Ministère de l'Agriculture (financement CASDAR). Cette évaluation faisait partie d'un projet plus général de Gestion durable des vertébrés déprédateurs (projet GEDUVER), issu notamment de plaintes d'éleveurs bovins. Ce projet visait alors à déterminer des mesures de lutte adaptées aux principales espèces d'oiseaux présentes en exploitation, notamment des régions Bretagne, Basse-Normandie et Pays de la Loire. En effet, les exploitations de ces régions peuvent être fréquentées par de très grands groupes d'oiseaux sauvages des familles des Sturnidés (Etourneau sansonnet, principalement pendant la période d'hivernage de l'espèce (Octobre à Février)), des Colombidés (Pigeon biset urbain et Pigeon ramier *Columba palumbus*) et des Corvidés (Corneille noire, *Corvus corone* et Corbeau freux, *Corvus frugilegus*). En plus d'être à l'origine de pertes économiques par consommation des cultures ou de la ration des animaux, ces oiseaux sont alors suspectés d'être à l'origine de cas cliniques de maladies chez les bovins (avortements, diarrhées, mammites...) ou de contamination de matière première (lait cru, issu d'élevages fréquentés par des étourneaux sansonnets, contaminé par *E. coli* O26 en 2006 en Basse-Normandie).

L'objectif général de l'étude que nous présentons ici était de déterminer l'existence ou non d'une relation statistique entre la fréquentation d'élevages bovins français par les oiseaux sauvages des familles des Sturnidés, Colombidés et Corvidés et la survenue de cas cliniques de maladies animales. Cette étude vise donc à apporter des éléments supplémentaires de connaissances concernant l'implication éventuelle des oiseaux sauvages dans la survenue d'évènements sanitaires en élevage. Elle a été réalisée dans le cadre du projet GEDUVER (collaboration FNLON et Centre vétérinaire de la faune sauvage et des écosystèmes des Pays de la Loire de l'Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation Nantes-Atlantique (Oniris)).

II - MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. TYPE D'ÉTUDE

L'étude présentée ici est une étude rétrospective « cas/témoïn » à but explicatif

(épidémiologie analytique) au cours de laquelle des élevages bovins avec et sans historique d'évènements sanitaires particuliers (avortements à Salmonelles *cf.* page suivante)

ont été comparés vis-à-vis de leur fréquentation respective par les oiseaux sauvages. En effet, du fait de contraintes matérielles (9 mois, mars 2011 à novembre 2011) pour la réalisation de l'étude et absence de budget pour des analyses biologiques), nous ne disposons pas de moyen pour le recueil de données d'évènements sanitaires ou de portage d'ABP par les oiseaux sauvages, spécifiques à cette étude. Notre étude devait donc reposer sur des données déjà disponibles.

2. ORIGINE DES DONNÉES

2.1. DONNEES D'EVENEMENTS SANITAIRES

L'évènement sanitaire auquel nous nous sommes intéressés correspondait aux avortements à Salmonelles dans les élevages bovins du département de la Manche. En effet, nous étions à la recherche de données déjà recensées de cas cliniques de maladie touchant les bovins domestiques et due à un ABP connu pour être porté par les oiseaux sauvages. Les avortements bovins à *Salmonella enterica* dans les élevages manchois, données recensées par le Groupement de défense sanitaire (GDS) du département, répondaient à cette nécessité. Les Salmonelles sont recherchées, avec d'autres ABP dont *Brucella abortus*, comme agent abortif dans le cadre du Plan avortement bovin mené par le GDS.

2.2. DONNEES DE FREQUENTATION DES ELEVAGES PAR LES OISEAUX

La fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages n'étant pas déjà recensée, il a été nécessaire d'aller recueillir l'information auprès des éleveurs lors d'une enquête de terrain. En effet, dans la mesure où certaines espèces d'oiseaux sauvages ne sont pas présentes de manière constante sur l'année (exemple : Etourneau sansonnet, essentiellement présent en hiver), la détermination de leurs caractéristiques de fréquentation des élevages par des enquêteurs extérieurs aurait nécessité un suivi annuel. Ceci n'était pas réalisable dans le cadre de notre étude.

3. DÉFINITIONS

3.1. POPULATIONS ETUDIÉES

L'unité d'étude était le cheptel.

La population cible de notre étude correspondait à l'ensemble des élevages bovins laitiers et/ou allaitants du département de la Manche.

La population source de notre étude correspondait aux élevages bovins laitiers et/ou allaitants du département de la Manche, adhérents au GDS et ayant déclaré au moins un avortement entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011. Seules les données correspondant à des élevages de la Manche ont été retenues pour plusieurs raisons : absence de standardisation de récolte de données d'avortements à Salmonelles entre les trois GDS (Manche, Calvados, Orne) de la région Basse-Normandie, premier département français en termes de nombre de vaches laitières, département particulièrement fréquenté par les étourneaux sansonnets hivernants, enquêteurs basés au GDS de la Manche à Saint-Lô.

3.2. ELEVAGES « CAS » ET « TEMOINS »

Les élevages « cas » correspondaient aux élevages bovins, laitiers et/ou allaitants, ayant déclaré au moins un avortement, entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011, et pour lesquels le laboratoire départemental d'analyses du département de la Manche (LDA 50) avait rendu un résultat positif pour la détection de *Salmonella enterica* à partir d'un prélèvement placentaire. L'analyse bactériologique était réalisée selon la technique NF U47-102 recommandée par le Laboratoire national de référence pour les Salmonelles (Anses Ploufragan) et répondant aux normes AFNOR.

Les élevages « témoin » correspondaient aux élevages bovins, laitiers et/ou allaitants, ayant déclaré au moins un avortement entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011, pour lesquels le LDA 50 avait rendu un résultat négatif pour *Salmonella enterica* à partir d'un prélèvement placentaire (technique NF U47-102) et chez lesquels aucune autre détection de Salmonelles n'avait eu lieu depuis 2006. Ce critère renforce la sensibilité de la méthode en limitant les risques d'élevages faux négatifs. En effet, un élevage est considéré comme indemne de salmonellose si l'agent pathogène n'a pas été détecté, à partir de prélèvements biologiques, depuis trois ans [INST, 2008].

4. ÉCHANTILLONNAGE

Les élevages « cas » et « témoins » ont été recrutés parmi les élevages de la population

source de manière à en être représentatifs et à obtenir un ratio « témoin/cas » de 2.

Quarante (40) élevages répondaient à la définition des élevages « cas ». Ils ont tous été retenus et contactés pour l'enquête de terrain (exhaustivité des « cas »).

Mille cent trente-deux élevages correspondaient à la définition d'élevages « témoin ». Quatre-vingts (80) d'entre eux ont été tirés au sort (à l'aide de leur numéro d'élevage EDE) puis contactés pour l'enquête de terrain. Une liste complémentaire de 25 élevages « témoins », également tirés au sort, avait été prévue, de manière à pallier un éventuel refus de participer à l'étude de certains des 80 premiers élevages « témoins ».

5. RECUEIL DES DONNÉES DE FRÉQUENTATION DES ÉLEVAGES PAR LES OISEAUX SAUVAGES

5.1. QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Afin de recueillir de manière standardisée, auprès des éleveurs, les informations sur la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages, un questionnaire a été spécifiquement élaboré puis testé dans deux exploitations avant d'être utilisé pour l'enquête de terrain. Le questionnaire était composé de trois parties et comprenait principalement des questions fermées.

La première partie traitait des caractéristiques de production des élevages : type de production, nombre de vaches laitières, quota laitier, ... Ces informations nous ont permis de nous assurer de la comparabilité des « cas » et des « témoins » vis-à-vis de ces critères avant de poursuivre les analyses.

La seconde partie abordait la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages. Elle nous a permis d'identifier des scénarios de fréquentation en fonction des familles d'oiseaux étudiées (espèce, nombre, saison et historique de présence, lieux précis fréquentés dans les exploitations, localisation géographique des exploitations).

La troisième partie concernait les pratiques d'élevage. Nous cherchions ainsi à détecter, tout d'abord, des facteurs de risque de fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages (type et mode de distribution de l'alimentation aux bovins, type de bâtiment, mode de stockage des aliments « concentrés », mesures de lutte mises en

place). Des facteurs de risque de survenue d'évènements sanitaires liés à l'hygiène générale des élevages ont également été abordés dans cette partie.

5.2. DEROULEMENT DE L'ENQUETE DE TERRAIN

L'enquête de terrain a été réalisée sur un mois (du 01/07/2011 au 08/08/2011) par trois enquêteurs formés à l'utilisation du questionnaire. Le recueil des données était ainsi standardisé. Le jour de l'enquête, les enquêteurs se rendaient dans les élevages, sans connaître leur statut « cas » ou « témoin ».

Les éleveurs sélectionnés par le plan d'échantillonnage (les 40 « cas » recensés et un échantillon de 80 « témoins ») ont tout d'abord été contactés par téléphone afin de leur présenter l'étude et d'obtenir leur accord pour y participer. L'étude leur était présentée comme cherchant à « évaluer la fréquentation des élevages du département de la Manche par les oiseaux sauvages en vue d'améliorer les méthodes de lutte ». En effet, il n'était volontairement pas précisé qu'une relation statistique entre cette fréquentation et la survenue d'avortements à Salmonelles était recherchée. Les « cas » étaient donc présentés comme ayant été tirés au sort parmi les adhérents du GDS 50, au même titre que les « témoins ».

6. GESTION ET ANALYSE DES DONNÉES

Au retour des enquêtes en élevage, la saisie des données a été réalisée grâce à un masque de saisie élaboré à l'aide du logiciel Microsoft Access®, à partir de la version papier des questionnaires. Une double saisie était effectuée, par deux enquêteurs différents, afin de limiter les erreurs de saisie.

Les données ont ensuite été analysées par régression logistique univariée puis multivariée. Les analyses ont été réalisées grâce au logiciel SAS® (SAS statistical software – version 9.2; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.) après une extraction à partir de la base de données « Access® ». La variable de réponse correspondait au statut des élevages : « cas » ou « témoin » (variable qualitative binaire). Vingt-cinq (25) variables explicatives, facteurs de risque potentiels, ont été testées par analyses univariées (tableau 1). Quinze (15) d'entre elles concernaient la fréquentation des élevages par

les oiseaux sauvages et 10, les pratiques d'élevage (variables qualitatives ou quantitatives discrètes).

Un seuil de significativité de 20% a été retenu pour cette étape de sélection des variables en

vue de l'analyse multivariée. Une procédure de sélection descendante avec un seuil de significativité de 5% (après vérification des phénomènes de confusion) a ensuite été utilisée pour les analyses multivariées.

Tableau 1
Liste des variables explicatives utilisées pour les analyses de régression logistique

Catégorie de variables	Noms et modalités des variables
Fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de Sturnidés (<i>oui/non</i>) • Présence de Colombidés (<i>oui/non/non précisé(NP)</i>) • Présence de Corvidés (<i>oui/non/NP</i>) • Nombre de Sturnidés/jour ([0-10],[10-100],[100-1000],>1000) • Nombre de Colombidés/jour ([0-10],[10-100],[100-1000],NP) • Nombre de Corvidés/jour ([0-10],[10-100],[100-1000],NP) • Scénario 1 = Sturnidés>100+Colombidés>10+Corvidés>10/jour (<i>oui/non</i>) • Scénario 2 = Sturnidés<100/jour (<i>oui/non</i>) • Scénario 3 = Colombidés>10/jour (<i>oui/non</i>) • Présence de nids de Colombidés (<i>oui/non</i>) • Scénario 4 = Sturnidés présents au moins 3 mois de suite entre novembre et décembre (<i>oui/non</i>) • Historique de présence des Sturnidés (<i>avant 2008/après 2008</i>) • Historique de présence des Colombidés (<i>avant 2008/après 2008</i>) • Elevage dans la zone d'alimentation des dortoirs de Sturnidés hivernants (<i>oui/non</i>) • Arrondissement de l'élevage (<i>Avranches, Cherbourg, Coutances, Saint-Lô</i>)
Pratiques d'élevage	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage du matériel (<i>oui/non</i>) • Nettoyage des abreuvoirs (<i>oui/non/NP</i>) • Raclage au moins une fois par jour (<i>oui/non</i>) • Curage plus d'une fois par mois (<i>oui/non</i>) • Vide sanitaire (<i>oui/non</i>) • Isolement des malades (<i>oui/non</i>) • Isolement des vèlages (<i>oui/non</i>) • Isolement de la mère en cas d'avortement (<i>oui/non</i>) • Mise en place de méthodes de lutte (<i>oui/non</i>) • Mode de stockage des aliments concentrés (<i>ouvert/fermé</i>)

Note : Les classes du nombre d'oiseaux ont été déterminées par les caractéristiques biologiques des familles d'oiseaux étudiées et par l'analyse des réponses des premiers éleveurs enquêtés. Des classes initialement plus restreintes ont ainsi été regroupées (classe]10-50] regroupée avec classe]50-100] par exemple).

Les scénarios ont été déterminés par les caractéristiques biologiques des familles d'oiseaux étudiées et par des témoignages d'éleveurs et/ou des organismes de lutte contre les prédateurs en élevage. Des scénarios de très grande fréquentation (scénarios 1 et 4), d'une part, et des scénarios où le facteur déterminant était représenté par un mode particulier de fréquentation d'une famille d'oiseaux (scénarios 2 et 3), d'autre part, ont ainsi été identifiés.

Pour l'historique de présence des Sturnidés et des Colombidés, l'année 2008 a été retenue comme seuil. La durée séparant la fréquentation des exploitations par les oiseaux sauvages de la survenue d'avortements à *Salmonella enterica* était ainsi jugée suffisante (minimum 1 an et demi) tout en limitant les risques de biais de mémoire des éleveurs (enquête réalisée en juillet 2011).

II - RÉSULTATS

1. PARTICIPATION DES ÉLEVEURS À L'ENQUÊTE

Cent deux (102) éleveurs ont accepté de participer à l'étude. Du fait de l'absence de participation de certains des 80 « témoins » initialement tirés au sort et afin d'obtenir le ratio « témoins/cas » de 2 déterminé par le protocole de l'étude, nous avons eu recours à la liste complémentaire établie lors du plan d'échantillonnage. Vingt « témoins » supplémentaires ont ainsi été contactés. Soixante-huit (68) « témoins » ont alors été interrogés (68/100) de taux de participation) ainsi que trente-quatre (34) « cas » (85% (34/40) de taux de participation). Le taux de participation global était donc de 73% (102/140 élevages contactés par téléphone).

Trente-huit exploitations n'ont pas intégré l'étude : 6 « cas » et 32 « témoins » : un « cas » et 15 « témoins » n'ont pu être contactés par téléphone ; 5 « cas » et 17 « témoins » ont refusé de participer à l'étude pour des motifs indépendants du sujet de l'étude.

2. CARACTÉRISTIQUES DE PRODUCTION DES ÉLEVAGES ENQUÊTÉS

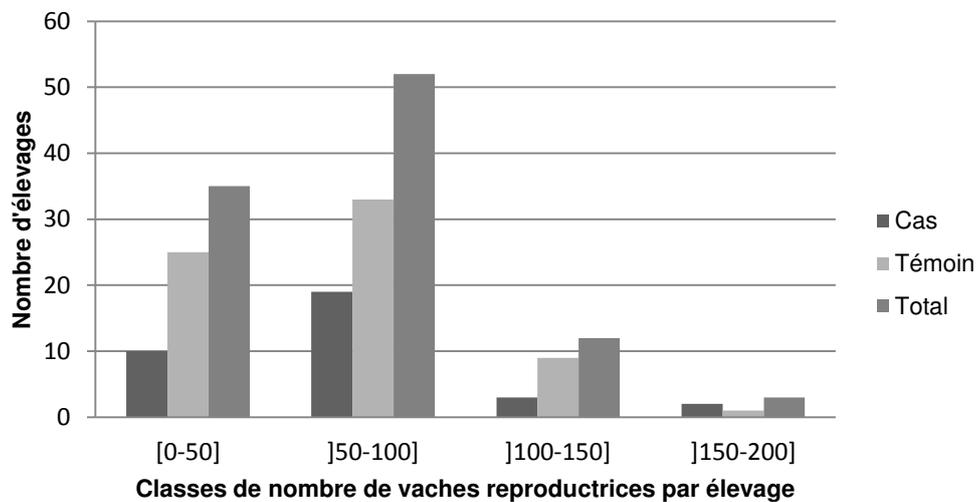
Les 34 exploitations « cas » et les 68 exploitations « témoins » étaient comparables du point de vue de leurs caractéristiques de production (type d'atelier, taille et composition du cheptel, quota laitier) (tableau 2 et figure 1).

Tableau 2
Caractéristiques de production des 102 élevages enquêtés

	Cas	Témoïn	Total
Nombre d'élevages			
Laitier	31	58	89
Allaitant	0	1	1
Mixte	3	9	12
<i>Total</i>	<i>34</i>	<i>68</i>	<i>102</i>
Nombre de bovins dans les élevages			
Moyenne	201	188	192
Médiane	191	160	165
Minimum	80	35	35
Maximum	460	650	650
Nombre de vaches laitières dans les élevages			
Moyenne	74	66	69
Médiane	70	60	65
Minimum	30	30	30
Maximum	170	160	170
Nombre de vaches allaitantes dans les élevages			
Moyenne	16	11	12
Médiane	25	15	22
Minimum	11	12	11
Maximum	55	35	55
Quota laitier (en litres/an)			
Moyenne	480 000	415 000	437 000
Médiane	400 000	390 000	396 000
Minimum	169 000	165 000	165 000
Maximum	1 000 000	900 000	1 000 000

Figure 1

Répartition des 102 élevages enquêtés par classe de nombre de vaches reproductrices et par statut des élevages



Ces paramètres n'apparaissaient donc pas comme des facteurs de confusion à prendre en compte dans la suite des analyses. Dans la mesure où il n'existait qu'un seul élevage strictement allaitant dans l'échantillon étudié, nous n'avons pas fait de distinction entre les ateliers laitiers et allaitants dans la suite des analyses.

3. SÉROTYPES DE *SALMONELLA ENTERICA* IDENTIFIÉS DANS LES ÉLEVAGES « CAS »

Le sérotype de *S. enterica* le plus largement identifié dans les élevages « cas » était le sérotype Mbandaka (66% des « cas »). Il était détecté toute l'année et dans tous les arrondissements du département de la Manche. Les autres sérotypes identifiés étaient les sérotypes Panama, Dublin, Typhimurium, Ohio, Montevideo et Infantis (3 à 8% des « cas »).

4. FACTEURS DE RISQUE DE SURVENUE DE « CAS »

Cinq (5) variables explicatives, parmi les 25 testées lors de la première étape de régression logistique univariée (tableau 3), ont été retenues au seuil de 0,2 pour la suite des analyses. Il s'agissait de « l'historique de présence des Sturnidés », de « l'historique de

présence des Colombidés », de la « localisation géographique des élevages par rapport aux dortoirs de Sturnidés hivernants (dans le rayon d'alimentation ou non) », de la « fréquence de curage des stabulations » et du « mode de stockage des aliments concentrés ». Bien que d'autres variables présentaient une valeur de p inférieure à 0,2, elles n'ont pas été retenues pour la suite des analyses. Les corrélations ou recouvrements de certaines de ces variables avec d'autres retenues pour la suite des analyses ou encore le manque de fiabilité de certaines données (biais de mémoire probable ou antériorité du facteur de risque potentiel non assurée) ont été les deux causes de non-sélection. Seules les variables pour lesquelles il n'y avait pas de doute concernant leur fiabilité ont donc été retenues pour la suite des analyses.

Deux (2) variables explicatives, parmi les 5 testées lors de la deuxième étape de régression logistique multivariée, sont apparues significatives au seuil de 0,05 (tableau 4) : le « mode de stockage des aliments concentrés » et la « localisation géographique des élevages par rapport aux dortoirs de Sturnidés hivernants (dans le rayon d'alimentation ou non) ». L'« historique de présence des Colombidés » a dû être conservé dans le modèle final puisque apparaissant comme facteur de confusion pour le « mode de stockage des aliments concentrés ».

Tableau 3
Résultats de la régression logistique univariée

Variable	Effectifs		Régression logistique univariée	
	Cas (n=34)	Témoins (n=68)	Odds ratio IC 95%	<i>p</i>
Présence de Sturnidés				0,13
Non	1	9	Référence	
Oui	33	59	5,03 [0,61-41,50]	
Présence de Colombidés				1
Non	6	12	Référence	
Oui	25	54	1 [0,34-2,94]	
Non précisé	3	2	-	
Présence de Corvidés				0,52
Non	3	9	Référence	
Oui	30	58	1,58 [0,40-6,24]	
Non précisé	1	1	-	
Nombre de Sturnidés/jour				0,43
[0-10]	1	9	Référence	
]10-100]	6	9	6 [0,6-60,44]	
]100-1000]	17	35	4,37 [0,51-37,37]	
>1000	10	15	6 [0,66-55,00]	
Nombre de Colombidés/jour				0,98
[0-10]	14	27	Référence	
]10-100]	18	38	0,91 [0,39-2,15]	
]100-1000]	1	2	0,96 [0,08-11,58]	
Non précisé	1	1	-	
Nombre de Corvidés/jour				0,24
[0-10]	14	20	Référence	
]10-100]	13	29	0,64 [0,25-1,65]	
]100-1000]	4	17	0,34 [0,09-1,22]	
Non précisé	3	2	-	
Scénario 1¹				0,53
Non	26	48	Référence	
Oui	8	20	0,53 [0,29-1,91]	
Scénario 2²				0,52
Non	27	50	Référence	
Oui	7	18	1,39 [0,52-3,74]	
Scénario 3³				0,78
Non	15	28	Référence	
Oui	19	40	0,89 [0,39-2,04]	
Présence de nids de Colombidés				0,23
Non	8	24	Référence	
Oui	26	44	1,77 [0,70-4,52]	
Scénario 4⁴				0,19
Non	9	27	Référence	
Oui	25	41	1,83 [0,74-4,51]	
Historique de présence des Sturnidés				0,09
Après 2008	6	23	Référence	
Avant 2008	28	44	2,44 [0,88-6,74]	
Non précisé	0	1	-	
Historique de présence des Colombidés				0,04
Après 2008	5	23	Référence	
Avant 2008	24	35	3,15 [1,05-9,46]	
Non précisé	5	10	-	

Variable	Effectifs		Régression logistique univariée	
	Cas (n=34)	Témoins (n=68)	Odds ratio IC 95%	<i>p</i>
Localisation des élevages				0,01
Hors rayon des dortoirs de Sturnidés	29	41	Référence	
Dans rayon des dortoirs de Sturnidés	5	27	0,26 [0,09-0,76]	
Arrondissement de l'élevage				0,15
Avranches	11	23	Référence	
Cherbourg	3	14	0,45 [0,11-1,89]	
Coutances	4	13	0,64 [0,17-2,44]	
Saint-Lô	16	18	1,86 [0,69-4,98]	
Nettoyage du matériel				0,48
Oui	8	12	Référence	
Non	26	56	0,70 [0,25-1,91]	
Nettoyage des abreuvoirs				0,64
Oui	9	22	Référence	
Non	22	43	1,25 [0,49-3,17]	
Non précisé	3	3	-	
Raclage au moins une fois par jour				0,52
Oui	31	59	Référence	
Non	3	9	0,64 [0,16-2,52]	
Curage plus d'une fois par mois				0,12
Oui	12	35	Référence	
Non	22	33	1,94 [0,83-4,54]	
Vide sanitaire				0,32
Oui	17	27	Référence	
Non	17	41	0,66 [0,29-1,51]	
Isolement des malades				0,47
Oui	29	54	Référence	
Non	5	14	0,67 [0,22-2,03]	
Isolement des vèlages				0,05
Oui	32	53	Référence	
Non	2	15	0,22 [0,05-1,03]	
Isolement de la mère en cas d'avortement				0,66
Oui	17	27	Référence	
Non	17	41	0,32 [0,29-1,51]	
Mise en place de méthodes de lutte				0,28
Oui	33	58	Référence	
Non	1	10	0,24 [0,03-2,40]	
Mode de stockage des concentrés				0,03
Fermé	14	44	Référence	
Ouvert	20	24	2,62 [1,13-6,10]	

¹ Scénario 1 = Sturnidés>100+Colombidés>10+Corvidés>10/jour

² Scénario 2 = Sturnidés<100/jour

³ Scénario 3 = Colombidés>10/jour

⁴ Scénario 4 = Sturnidés présents au moins 3 mois de suite entre novembre et décembre

Tableau 4
Résultats de la régression logistique multivariée

Variable	Effectifs		Régression logistique multivariée	
	Cas (n=34)	Témoins (n=68)	Odds ratio IC 95%	<i>p</i>
Mode de stockage des concentrés				0,03
Fermé	14	44	Référence	
Ouvert	20	24	2,96 [1,10-7,94]	
Localisation des élevages				0,05
Hors rayon des dortoirs de Sturnidés	29	41	Référence	
Dans rayon des dortoirs de Sturnidés	5	27	0,26 [0,06-1,01]	

III - DISCUSSION

Aucune association statistique n'a été mise en évidence, dans notre étude, entre la survenue d'avortements à *Salmonella enterica* entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011 dans les élevages bovins du département de la Manche et la fréquentation de ces élevages par les oiseaux sauvages des familles des Sturnidés. Nous avons ainsi infirmé une forte suspicion de terrain concernant l'implication des Sturnidés hivernants dans la survenue d'avortements à *Salmonella enterica*. Des études antérieures sont en faveur de ce résultat. Elles mettent, en effet, en évidence que l'infection de bovins suivie de signes cliniques est peu probable à la suite de la souillure de leur ration par des fientes contenant des *Salmonelles*. L'expression clinique de Salmonellose (diarrhée, avortements...) n'est, tout d'abord, pas systématique après l'ingestion d'une dose infectante et dépend d'autres facteurs environnementaux [Camart-Périé, 2006 ; INST, 2008]. Ensuite, l'infection d'un bovin nécessite que l'animal ait consommé une ration souillée par des fientes. Sur ce point, alors que des auteurs estiment que les bovins sont peu discriminants à l'auge [Glahn et Stone, 1984 ; Daniels *et al.*, 2003], près de la moitié des éleveurs qui ont accepté de participer à notre enquête rapportent un refus d'alimentation. Enfin, même si un bovin consomme une ration souillée, la dose infectante par voie orale est élevée (10^4 - 10^{11}) [INST, 2008], si bien que Sarmouk [1994] estime à 6 000 le nombre d'étourneaux sansonnets excréteurs souillant en une fois la ration d'un seul bovin, nécessaire pour infecter un animal (prévalence faible (< 5%) de portage de *Salmonelles* par les Sturnidés [Simitzis *et al.*, 1983 ; Sarmouk, 1994 ; Carlson *et al.*, 2011 (1)]. Même si les étourneaux sansonnets peuvent être présents

en très grand nombre dans les exploitations, et notamment sur la table d'alimentation (70% des élevages enquêtés) ou le front d'attaque du silo d'ensilage (74% des élevages enquêtés), leur implication dans la survenue d'avortements à *Salmonelles* semble donc peu probable. La localisation géographique des élevages « cas » enquêtés par rapport aux dortoirs de Sturnidés hivernants illustre également cette affirmation. Quarante-cinq pour cent (85%) des élevages « cas » étaient situés en dehors des zones d'alimentation des dortoirs de Sturnidés hivernants (figure 2) ($p=0,05$). Du fait des contraintes qui nous étaient imposées pour la réalisation de cette étude (durée et moyens financiers limités), l'association statistique a cependant pu ne pas être mise en évidence. En effet, un nombre modéré d'élevages (102) ont seulement pu être enquêtés.

Une relation statistique significative a été mise en évidence entre une pratique d'élevages et la survenue d'avortements à *Salmonella enterica* entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011 dans les élevages bovins du département de la Manche. En effet, à l'issue de la régression logistique multivariée, le « mode de stockage des concentrés » était la seule variable explicative significative ($p=0,03$). La prévalence d'avortements à *Salmonella enterica* étant faible sur la période étudiée (moins de 0,05%), l'odds ratio de 2,96 peut être assimilé à un risque relatif. Ainsi, les élevages dans lesquels les aliments concentrés étaient stockés à l'air libre avaient près de trois fois plus de risque d'être des élevages « cas » que les élevages dans lesquels les aliments concentrés étaient stockés dans des contenants fermés (silo,

benne ou sac fermé hermétiquement). Ce résultat est en accord avec des études et des recommandations antérieures. Daniels *et al.* [2003] estiment ainsi que la contamination du stock d'aliments concentrés par des ABP ne doit pas être négligée dans leur transmission aux bovins domestiques. Fossler *et al.* [2005] considèrent, pour leur part, que le stockage des aliments dans un endroit fermé est un facteur protecteur vis-à-vis de la Salmonellose. Enfin, la gestion de l'accès aux aliments concentrés par les animaux sauvages est considérée comme un point critique des bonnes pratiques d'élevage par les organismes de santé animale [INST, 2007 ; FAO-OIE, 2009]. Dans notre étude, 95% (42/44) des éleveurs interrogés ayant une pratique à risque concernant le stockage des aliments concentrés ont mentionné avoir déjà observé des oiseaux sauvages s'y alimentant. Dans 97% des cas (41/42), il s'agissait de Colombidés, nichant dans l'élevage dans 83% (34/41) des situations. Cette observation explique vraisemblablement la raison pour laquelle la variable « historique de présence des Colombidés » apparaît comme facteur de confusion pour cette pratique d'élevage. Une relation significative existe ainsi entre la survenue de « cas » et la fréquentation des stocks d'aliments concentrés par des Colombidés ($p=0,01$, OR=3,29 [1,33-8,16]). Un tel résultat ne doit cependant pas être interprété comme une relation de cause à effet du fait de l'absence de vérification de l'antériorité du facteur de risque par rapport à la maladie. De plus, si les oiseaux sauvages ont accès aux aliments concentrés, d'autres espèces d'animaux sauvages peuvent y avoir accès. C'est notamment le cas des rongeurs nocturnes, connus pour être également porteurs de Salmonelles [Tablante *et al.*, 1989 ; Warnick, 2001]. L'étude de la fréquentation des stocks de concentrés par les animaux sauvages (espèce, nombre, fréquence de présence...) serait alors intéressante à réaliser pour cibler les méthodes de lutte.

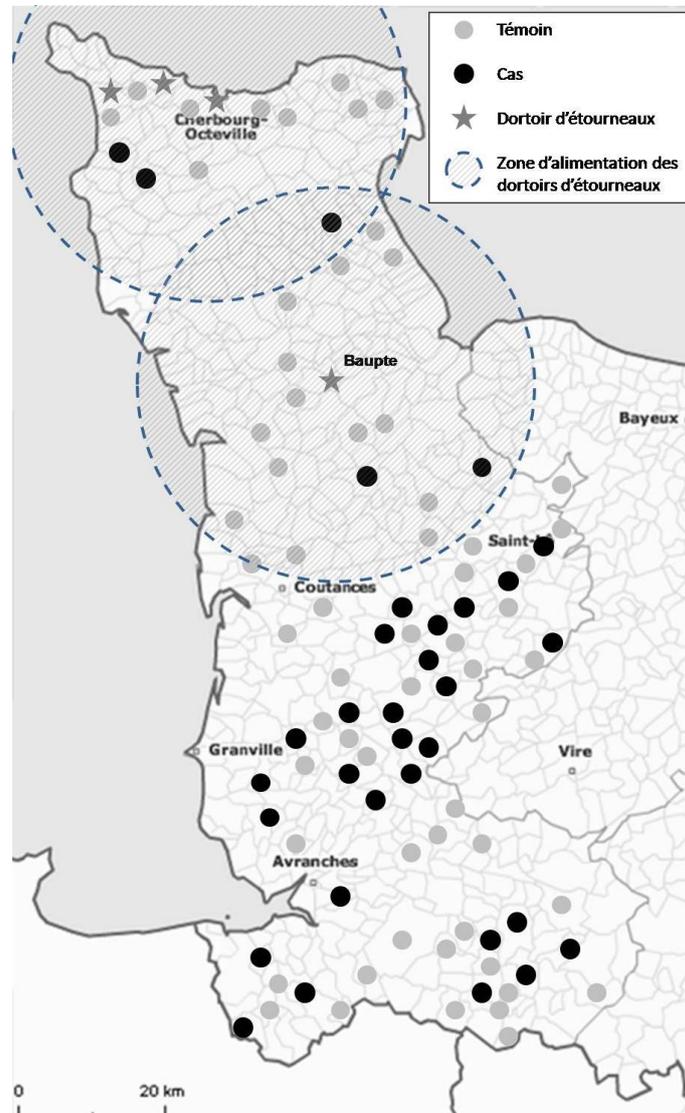
Les résultats que nous avons présentés ici sont extrapolables à l'ensemble des élevages bovins du département de la Manche. En effet, les 102 élevages enquêtés étaient représentatifs de la population source étudiée du fait de la méthode utilisée (exhaustivité des « cas », tirage au sort des « témoins », absence de relation entre les causes de refus de participation de certains éleveurs et le sujet de l'étude, proportions de « cas » ou « témoins » non participants identiques dans

chacun des quatre arrondissements du département, caractéristiques de production des « cas » ou « témoins », participants ou non, comparables). Les élevages adhérant au GDS représentant plus de 90% des exploitations bovines du département de la Manche, les 102 élevages enquêtés étaient alors également représentatifs de la population cible.

Des études complémentaires seraient nécessaires pour confirmer les résultats que nous avons obtenus. En effet, il serait, tout d'abord, intéressant d'augmenter la taille de l'échantillon afin de préciser nos résultats et de mettre éventuellement en évidence d'autres relations statistiques. Nous avons prévu d'interroger l'exhaustivité des « cas » (40) et le double de « témoins ». Le nombre de « témoins » à interroger (80) représentait un compromis entre les informations et les moyens dont nous disposions et les contraintes des tests statistiques. Classiquement, pour une enquête « cas/témoins », le nombre de « témoins » est déterminé à partir de la fréquence d'exposition des « témoins » au facteur de risque (ici la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages) [Toma *et al.*, 2001]. Nous ne disposons pas de cette information. Nous avons alors opté pour un rapport « témoins »/« cas » de 2 afin d'avoir un nombre suffisant d'élevages pour pouvoir interpréter les résultats. Ce rapport était conservé à l'issue de l'enquête de terrain (34 « cas » pour « 68 » témoins). Ensuite, une évaluation standardisée, par des personnes spécifiquement formées (ornithologues par exemple), de la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages serait à réaliser pour confirmer l'évaluation faite par les éleveurs. Bien que le questionnaire ait été conçu avec des questions fermées à choix limité, le risque de biais d'information n'est pas à négliger (évaluation différente possible, par plusieurs éleveurs, d'une même fréquentation). De plus, au cours de notre enquête, nous recherchions des informations sur la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages pendant plusieurs années. Des biais de mémoire étaient donc également possibles. Les biais de classement des élevages parmi les « cas » ou les « témoins » sont, par contre, peu probables du fait de la méthode utilisée (très bonne spécificité (100%) du test de laboratoire (NF U47-102) utilisé, validation des témoins en s'assurant de l'absence de Salmonelles détectées dans l'élevage depuis 2006 et d'avortements non déclarés par l'éleveur).

Figure 2

Localisation géographique des 34 élevages « cas » et des 68 élevages « témoins » ainsi que des principaux dortoirs d'étourneaux hivernants et leur zone d'alimentation



Les résultats issus de notre étude ne peuvent être appliqués à d'autres événements sanitaires. En effet, ils ne concernent que les avortements à *Salmonella enterica* dans les élevages bovins, laitiers et/ou allaitants, du département de la Manche entre le 01/10/2009 et le 01/06/2011. D'autres études sont nécessaires pour tester de nouvelles hypothèses et étudier l'éventuelle implication des oiseaux sauvages des familles des Sturnidés, Colombidés et Corvidés dans la survenue de cas cliniques d'autres maladies (Fièvre Q, avortements à *Chlamydiaceae* par exemple) dans d'autres régions françaises. Par ailleurs, afin de pouvoir établir un éventuel lien

de cause à effet entre la fréquentation des élevages par les oiseaux sauvages et la survenue d'événements sanitaires, il est impératif de s'assurer de l'antériorité du facteur de risque par rapport à l'apparition de la maladie. Des recherches d'ABP pourraient ainsi être réalisées dans les fientes d'oiseaux nouvellement arrivés dans des élevages dont le statut sanitaire vis-à-vis des mêmes ABP serait suivi dans le temps. Sans cette condition d'antériorité, les oiseaux sauvages peuvent seulement être suspectés, comme le suggèrent Pedersen *et al.* [2006], de maintenir dans les élevages des ABP, émis dans leurs fientes.

IV - CONCLUSION

L'étude que nous avons réalisée représente une approche originale de la problématique de l'implication éventuelle des oiseaux sauvages dans la survenue d'événements sanitaires en élevages. En effet, comme nous l'avons annoncé, la grande majorité des études antérieures recherchait en élevages des agents biologiques pathogènes pour les animaux de production ou l'Homme et également portés par les oiseaux sauvages. Pour notre part, nous avons étudié l'expression clinique de la présence en élevage bovin d'un ABP (*Salmonella enterica*) véhiculé par les oiseaux sauvages. Cette approche nous semblait plus appropriée pour évaluer les risques pour la santé animale que les oiseaux sauvages sont susceptibles de représenter. Ensuite, l'originalité de notre étude réside également dans la méthode utilisée. A notre connaissance, il s'agissait de la première étude rétrospective, à visée explicative, de type « cas »/« témoin » réalisée sur cette thématique en utilisant des données d'événements sanitaires, déjà collectées mais pour un autre usage.

L'étude présentée ici nous a permis d'infirmer une forte suspicion de terrain concernant les Sturmidés hivernants et d'identifier un facteur de risque lié aux pratiques d'élevage. En effet, aucune relation statistique n'a été mise en évidence entre leur fréquentation des élevages du département de la Manche et la survenue d'avortements à *Salmonella enterica* sur la période étudiée. Le « mode de stockage des aliments concentrés » apparaît, par contre, comme facteur de risque. Bien qu'un lien de cause à effet n'ait pas pu être mis en évidence du fait de contraintes méthodologiques, une sensibilisation des éleveurs à la protection de ces aliments est alors recommandée. Cette action permettrait de supprimer un facteur de risque sanitaire tout en participant à l'amélioration de l'hygiène des élevages. En effet, d'après les éleveurs interrogés, les aliments concentrés sont particulièrement appréciés des Colombidés, qui s'installent alors dans les élevages.

BIBLIOGRAPHIE

- Butterfield J. *et al.* - The herring gull *Larus argentatus* as a carrier of Salmonella. *J. Hyg.*, 1983, **91**, 429-436.
- Camart-Périé A. - *Salmonella*, salmonelloses bovines, état des lieux, épidémiologie en France, 130 pages, *Th. Vet. Maisons-Alfort*, 2006.
- Carlson J.C. *et al.* (1) - The role of starlings in the spread of *Salmonella* within concentrated animal feeding operations. *J. Appl. Ecol.*, 2011, **48**, 2, 479-486.
- Carlson J.C. *et al.* (2) - Efficacy of European starling control to reduce *Salmonella enteric* contamination in a concentrated animal feeding operation in the Texas panhandle. *BMC Vet. Res.*, 2011, **7**, 9.
- Coulson J.C. *et al.* - The herring gull *Larus argentatus* as a likely transmitting agent of *Salmonella Montevideo* to sheep and cattle. *J. Hyg.*, 1983, **91**, 437-433.
- Daniels M.J. *et al.* - The risk of disease transmission to livestock posed by contamination of farm stored feed by wildlife excreta. *Epidemiol. Infect.*, 2003, **130**, 561-568.
- Enright J.B. *et al.* - Q fever antibodies in birds. *J. Wildl. Dis.*, 1971, **7**, 14-21.
- FAO-OIE. - Guide des bonnes pratiques d'élevage visant à assurer la sécurité sanitaire des denrées d'origine animale, 25 pages, 2009.

- Fenlon D.R. - Seagulls (*Larus* spp.) as vectors of *Salmonellae*: an investigation into the range of serotypes and numbers of *Salmonellae* in gull faeces. *Epid. Inf.*, 1981, **86**, 195.
- Fossler C.P. *et al.* - Herd-level factors associated with isolation of *Salmonella* in a multi-state study of conventional and organic dairy farms: I. *Salmonella* shedding in cows. *Prev. Vet. Med.*, 2005, **70**, 257-277.
- Gaukler S.M. - *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* in Wild European starlings at Kansas cattle feedlot. *Avian diseases*, 2009, **53**, 544-551.
- Glahn J.F. and Stone W. - Effects of starling excrement in the food of cattle and pigs. *Anim. Prod.*, 1984, **38**, 439-446.
- Hald B. *et al.* - *Campylobacter* carriage by wild birds, rodents, insects and other animals in the immediate environment of cattle, pig and poultry farms in Denmark. *12th International Workshop on Campylobacter, Helicobacter and Related Organisms, Aarhus Denmark*, Poster, 2003.
- INST - Chartes des bonnes pratiques d'élevage. Notice technique, 6 pages, Institut de l'élevage, http://www.inst-elevage.asso.fr/IMG/pdf_Notice.pdf, 2007.
- INST - Maladie des bovins. Manuel pratique 4^{ème} édition, 797 pages, Institut de l'élevage, Ed. France Agricole, 2008.
- Kirk J.H. *et al.* - Prevalence of *Salmonella* spp. in selected birds captured on California dairies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 2002, **220**, 3, 359-362.
- LeJeune J. *et al.* - Role of the European Starling in the Transmission of *E. coli* O157 on Dairy Farms. *Proc. 23rd Vertebr. Pest Conf.*, (R. M. Timm and M. B. Madon, Eds.) *Published at Univ. of Calif., Davis*, 2008, 31-34.
- Lemus J.A. *et al.* - Natural cross Chlamydial infection between livestock and free-living bird species. *PLoS ONE*, 2010, **5**(10): e13512. doi:10.1371/journal.pone.0013512
- Linz G.M. *et al.* - European starlings: a review of an invasive species with far-reaching impacts. *Managing Vertebrate Invasive Species*. 2007, Paper 24, <http://digitalcommons.unl.edu/nwrcinvasive/> 24
- Millan J. *et al.* - *Salmonella* isolates from wild birds and mammals in the Basque Country (Spain). *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 2004, **23**, 3, 905-911.
- Nielsen E.M. *et al.* - Verocytotoxin-Producing *Escherichia coli* in Wild Birds and Rodents in Close Proximity to Farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2004, **70**, 11, 6944-6947.
- Pedersen K. *et al.* - Prevalence of shiga toxin-producing *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* in rock pigeons captured in Fort Collins, Colorado. *J. Wildl. Dis.*, 2006, **42**, 1, 46-55.
- Perron G. - Le problème étourneaux en Haute et Basse-Normandie. Quelques actions particulières à la période estivale. ENSAA, 1982.
- Pimentel D. *et al.* - Environmental and economic costs of non indigenous species in the United States. *BioScience*, 2000, **50**, 1, 53-65.
- Rogers K.H. - Prevalence of pathogenic enteric bacteria in wild birds associated with agriculture in Humboldt County, California, 47 pages, *Thesis (M.S.)--Humboldt State University, Natural Resources, Wildlife*, 2006.
- Sarmouk I. - L'étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*). Problèmes posées par une population hivernante dans les Côtes-d'Armor et son implication dans les salmonelloses bovines, 128 pages, *Th. Vet, Nantes*, 1994.
- Simitzis-Le Flohic A.M. *et al.* - Essai d'appréciation de l'importance épidémiologique des concentrations hivernales d'étourneaux sansonnets (*Sturnus vulgaris*) dans la région portuaire de Brest, Finistère. *Cahiers ORSTOM, Ent. Méd. Parasitol.*, 1983, **21**, 3, 159-164.
- Tablante N.L. *et al.* - Wild mice as potential reservoirs of *Salmonella* Dublin in a closed dairy herd. *Can. Vet. J.*, 1989, **30**, 590-592.
- To H. *et al.* - Coxiellosis in domestic and wild birds from Japan. *J. Wildl. Dis.*, 1998, **34**, 2, 310-316.
- Toma B. *et al.* - Chapitre IX : Détermination de la cause d'une maladie. *In* : *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*. 2^{ème} Edition. AEEMA Ed., Maisons-Alfort, France, 2001, 449-494.

Travnicek M. *et al.* - Wild pigeons and pheasants – a source of *Chlamydophila psittaci* for humans and animals. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 2002, **9**, 2, 253-255.

Vlahovic K. *et al.* - Campylobacter, *Salmonella* and *Chlamydia* in free-living birds of Croatia. *Eur. J. Wildl. Res.*, 2004, **50**, 3, 127-132.

Wallace J.S. *et al.* - Isolation of vero cytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 from wild birds. *J. Appl. Microbiol.*, 1997, **82**, 399-404.

Warnick L.D. - Risk factors for clinical Salmonellosis in Virginia, USA cattle herds. *Prev. Vet. Med.*, 2001, **49**, 259-275.

