




OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/> 25826

To cite this version:

Joula, Diane . *Evaluation des pratiques de biosécurité en filière avicole dans le département des Landes dans le contexte des crises d'influenza*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 109 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

EVALUATION DES PRATIQUES DE BIOSECURITE EN FILIERE AVICOLE DANS LE DEPARTEMENT DES LANDES DANS LE CONTEXTE DES CRISES D'INFLUENZA 2016-2017

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Diane JOUGLA

Née, le 31 Mars 1992 à Nice (06)

Directeur de thèse : Mme Mathilde PAUL

JURY

PRESIDENT :

Mr Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Mathilde PAUL

Mr Guy-Pierre MARTINEAU

Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRES INVITES :

Mme Claire GUINAT

Mr Mattias DELPONT

Docteur Vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Docteur Vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
- Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

PROFESSEURS 1° CLASSE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des aliments*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des aliments d'Origine animale*
- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie Vétérinaire*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootecnie*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD, Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie Médicale Animale et Comparée*

PROFESSEURS 2° CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
- M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales (ruminants)*

PROFESSEURS CERTIFIÉS DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRES DE CONFÉRENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*

- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
 M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
 M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*
 M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
 M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
 Mme **PRYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
 M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
 Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
 Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
 Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
 M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
 M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
 Mme **DANIELS Hélène**, *Microbiologie-Pathologie infectieuse*
 Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 Mme **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
 M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie vétérinaire et comparée*
 Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie*
 Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie - Analgésie*
 Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des Equidés*
 Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
 M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
 M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
 Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
 Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
 M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction (en disponibilité)*
 Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
 M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire – Maladies animales règlementées*
 Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT CONTRACTUELS

- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et Industrie des aliments*
 M. **LEYNAUD Vincent**, *Médecine interne*
 Mme **ROBIN Marie-Claire**, *Ophtalmologie*
 Mme **ROMANOS Lola**, *Pathologie des ruminants*
 M. **TOUITOU Florian**, *Alimentation animale*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

- Mme **BLONDEL Margaux**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
 M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie-Imagerie médicale*
 M. **COMBARROS-GARCIA Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
 M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, Anatomie Pathologique*
 M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
 M. **LESUEUR Jérémy**, *Gestion de la santé des ruminants – Médecine collective de précision*

Remerciements

Au Président de thèse,

A Monsieur le Professeur Gérard Campistron

*Professeur des Universités – Praticien hospitalier
Physiologie –Hématologie*

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.
Veuillez trouver ici l'expression de mes remerciements et hommages respectueux.

A notre jury de thèse,

A Monsieur le Professeur Guy-Pierre Martineau

*Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Médecine et Production porcines*

Qui nous a fait l'honneur de participer au jury de cette thèse. Qu'il trouve ici
l'expression de mes remerciements les plus sincères.

A Madame la Maître de Conférences Mathilde Paul

*Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*

Qui nous fait l'honneur de diriger cette thèse. Pour sa patience face à un emploi
du temps complexe, sa disponibilité et nos très nombreux rendez-vous. Enfin, merci
pour ses encouragements face à ce travail titanesque à mes yeux.

Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Aux membres invités,

Aux **Dr Claire Guinat** et **Dr Mattias Delpont**, pour leur encadrement et leur aide précieuse.
Mes sincères remerciements.

Mattias, merci pour ta patience, ton humour et Blatteman que j'ai connu à Saint Simon et qui
j'espère continuera encore de nous faire rire.

Claire, merci pour ta disponibilité, ta patience et ton sourire.

Table des Matières

Remerciements	5
Listes des abréviations et acronymes	11
Tables des illustrations	13
Liste de figures :	13
Liste des tableaux :	15
Introduction	17
Partie I :Prérequis bibliographiques à l'étude statistique	19
I - Virus Influenza et récentes crises françaises	21
1 Présentation du virus	21
1.1 Classification, variabilité et souches.....	21
1.2 Pathogénicité, hôtes et réservoir.....	23
1.3 Excrétion et résistance.....	24
2 Récentes épizooties d'influenza aviaire survenues en Europe et en France ...	25
2.1 Contexte	25
2.2 Situation en France.....	27
3 Mesures de lutte mises en place	33
3.1 Mesures de police sanitaire	33
3.2 Renforcement des mesures de biosécurité.....	34
II – Spécificités des filières avicoles dans le département des Landes	35
1 Caractérisation du territoire	35
2 Filières avicoles dans le département des Landes	37
2.1	37
Production de poulet de chair.....	37
2.2 Filière palmipèdes gras.....	40
III – Pratiques de biosécurité dans les filières avicoles	44
1 Contenu minimum du plan de biosécurité	45
2 Items présents dans la grille d'inspection	46
a. Types d'exploitation	47
b. Zonages et flux d'activité.....	48

c.	Unité de Production (UP)	50
d.	Protection vis-à-vis des autres animaux, de l'avifaune et des nuisibles	52
e.	Nettoyage et désinfection	52
f.	Flux intrants	53
g.	Flux sortants	54
3	Les inspections	55
Partie II : Etude des inspections officielles réalisées dans le département des Landes		57
I	Matériel et méthode	59
1	Définition de la population source et échantillonnage	59
1.1	Collecte des données	59
1.2.1	Récupération des données et extraction	59
1.2.2	Saisie des données	60
1.2.3	Nettoyage des données et homogénéisation	61
1.2.4	Analyse du statut vis-à-vis de l'influenza aviaire hautement pathogène	62
2	Analyses statistiques	62
2.1	Analyses descriptives	62
2.2	Analyses des facteurs de risques	63
2.2.1	Analyse univariée	63
2.2.2	Analyses multivariées	64
II	Résultats	66
1	Caractérisation des élevages inspectés	66
1.1	Proportion d'élevages et de questionnaires saisis	66
1.2	Modèles d'élevages : espèces, atelier et localisations	66
1.2	Répartition chronologique des visites	68
1.3	Proportion de foyer / non foyer	68
2	Description des pratiques de biosécurité	70
2.1	Etat des lieux lors d'une visite unique	70
Volet documentaire :	.....	70
Variables liées à la compartimentation au sein de l'élevage :	.....	71
Variables concernant la conduite en bande unique :	.....	71
Variable sur le sas :	.....	72
Variable concernant les bâtiments et les parcours :	.....	72

Variables sur la protection des différentes ressources :.....	73
Variables concernant l'hygiène des bâtiments :.....	73
Variables concernant l'élimination des matières sortants.....	74
2.2 Evolution des notes entre la première et la seconde visite	74
3 Pratiques de biosécurité et statut influenza	76
3.1 Analyses univariées	76
3.2 Analyses multivariées	78
III - Discussion :	79
1 Limites Méthodologiques de l'utilisation des enquêtes réalisées par la DDPP comme source d'information sur les mesures de biosécurité appliquées en élevage avicole.	79
1.1 Représentativité de l'échantillon	79
1.2 Forces de la base de données.....	79
1.3 Faiblesse.....	80
1.3 Décalage temporel.....	82
1.4 Compléments souhaités	82
2 Application des mesures de biosécurité	83
2.1 Deux tendances : les pratiques quotidiennes et agencement d'exploitation	83
2.2 Doubles visites.....	84
3 Facteurs déterminants dans le statut influenza aviaire des élevages	86
3.1 Trois facteurs corrélés au statut influenza	86
3.2 Autres conclusions.....	87
Conclusion.....	89
Références Bibliographiques.....	91

Listes des abréviations et acronymes

AB : Agriculture biologique

APMS : Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance

CIFOG : Comité interprofessionnel des palmipèdes à foie gras

DDPP : Direction Départementale de la Protection des Populations

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

FAO : Food & Agriculture Organisation, institution spécialisée des Nations Unies (ONU)

FP : Faiblement pathogène

GDS : Groupement de Défense Sanitaire

HP : Hautement pathogène

IA : Influenza Aviaire

IAFP : Influenza aviaire faiblement pathogène

IAHP : Influenza aviaire hautement pathogène

INAO : Institut National des Appellations d'Origine, maintenant connu sous le nom d'Institut National de l'Origine et de la Qualité

N/D : Nettoyage et Désinfection

PAG : Canards Prêt-à-Gaver, à la fin de la phase d'élevage (12 semaines environ)

PCR : Réaction en Chaîne par Polymérase (Polymerase Chain Reaction)

UP : Unité de Production

VIA : Virus Influenza aviaire

Tables des illustrations

Liste de figures :

Figure 1 : Exemple de réassortiments lors de co-infections d'une cellule par des virus de type influenza, (FAO, 2019).....	22
Figure 2: Pays et territoires ayant recensé au moins un foyer dû à IAHP entre janvier 2013 et janvier 2018 (OIE, 2017)	25
Figure 3 : Localisation des foyers de H5N8 chez les oiseaux domestiques et sauvages en Europe d'octobre 2016 à janvier 2017 (Napp et al., 2018)	26
Figure 4 : Distribution spatiale des foyers H5N8 d'IAHP chez les oiseaux domestiques (point rouges) et sauvages (point bleu) en Europe. L'encart à gauche représente la densité (oiseaux par km ²) d'oiseaux domestiques en Europe et les carrés rouges montrent les aires de grande densité de canards où les foyers étaient regroupés dans une zone réduite (France et Hongrie) (Robinson et al., 2014 ; Napp et al., 2018).....	27
Figure 5: Nombre de foyers d'IA H5 HP et FP selon les productions présentes sur l'exploitation et l'espèce atteinte à l'origine de la déclaration (N=93 foyers, France, 30/06/2016) (Lebouquin et al., 2016).....	28
Figure 6 : Localisation des foyers d'IA HP identifiés au 30 juin 2016 (N=77 foyers, France, 29/04/2016) (DRAAF Occitanie, 2016)	29
Figure 7 : Nombre de foyers de H5N8 par département français pendant l'hiver 2016-2017 (Guinat et al., 2018).....	30
Figure 8: clusters spatio-temporels montrant une expansion de l'épizootie H5N8 de l'est vers l'ouest du Sud-Ouest de la France (Guinat et al., 2018)	31
Figure 9: Vitesse de propagation du virus H5N8 (Guinat et al., 2018).....	31
Figure 10: Chronologie des principales mesures mises en place entre le 16 novembre 2016 et le 29 mai 2017 Négl. : négligeable. Les nombres indiqués en rouge correspondent à des incidences cumulées pour les élevages de volailles (nombre de foyers) (Lebouquin et al., 2016)	34
Figure 11 : Présentation des zones à dominante humide de niveau 1 et niveau 2, (Asconit, 2011)	35
Figure 12 : Orientation technico-économique de la région Aquitaine, (Agreste 2010).....	36
Figure 13 : Densité des poulets de chair sur la région Nouvelle-Aquitaine, en poulets par km ² , (Agreste Recensement agricole., 2010).....	38
Figure 14 : Part des élevages en Label Rouge dans les élevages avicoles (hors palmipèdes gras) et nombre de volailles en AB, par département, (Agreste Recensement agricole 2010, Agence bio 2016).....	38
Figure 15 : Exemple de poulets en liberté, (Label Rouge, 2018).....	39
Figure 16: Répartition des élevages de canards dans la région Nouvelle-Aquitaine (Agreste, 2017)	41
Figure 17 : Exemple de représentation d'un plan de biosécurité (Inspections de biosécurité, 2017)	46

Figure 18 : Informations recensées pour qualifier une exploitation (Inspections de biosécurité, 2017)	48
Figure 19 : Délimitation des zones de l'exploitation (Formation biosécurité, SNGTV, 2017)	48
Figure 20 : Signalétique lors de risque sanitaire (Inspection de biosécurité, 2017).....	49
Figure 21 : Différenciation des zones d'exploitation pour les véhicules (Inspection de biosécurité, 2017)	49
Figure 22: Bâtiment vide en cours de nettoyage (Inspections de biosécurité, 2017)	51
Figure 23 : Avant/Après d'un bâtiment en bon état et de l'entretien des abords de bâtiment (Inspections de biosécurité, 2017).....	51
Figure 24 : Protection de la litière propre avec un filet à gauche, qui doit bien remonter jusqu'en haut, et par une bâche à droite (Inspection de biosécurité, 2017).....	53
Figure 25: Bac d'équarrissage déposé à la limite du site d'exploitation en vue du ramassage (Inspections de biosécurité, 2017).....	54
Figure 26 : Exemple de variation, questionnaire 1 à gauche et questionnaire 2 à droite (Inspections de biosécurité, 2017).....	61
Figure 25 : Proportion des différents types de questionnaires sur les 472 saisis au total	66
Figure 26 : Répartition des différentes espèces parmi les exploitations inspectées.....	67
Figure 27 : Densité d'élevages et répartition des visites dans le département des Landes lors des visites de biosécurité de 2017	67
Figure 28: Répartition des dates de première visite de biosécurité.....	68
Figure 29 : Proportion d'élevages foyer et non-foyer	68
Figure 30 : Photo d'un sas déplaçable (Inspections de biosécurité, 2017)	85

Liste des tableaux :

Tableau 1: Exigences et recommandations en matière de certification de conformité des volailles définies par arrêté ministériel français, (Label Rouge, 2018)	40
Tableau 2 : Pourcentage de A par variable concernant l'aspect documentaire et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les mixtes).....	70
Tableau 3: Pourcentage de A par variable concernant la compartimentation de l'élevage et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)	71
Tableau 4 : Pourcentage de A selon la conduite en bande unique et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes).....	71
Tableau 5 : Pourcentage de A pour la variable du sas et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes).....	72
Tableau 6 : Pourcentage de A pour les variables des bâtiments/parcours et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes).....	72
Tableau 7: Pourcentage de A pour les variables de protection des ressources et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes).....	73
Tableau 8 : Pourcentage de A pour les variables de l'hygiène des bâtiments et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes).....	73
Tableau 9: Pourcentage de A pour les variables des matières sortant de l'exploitation et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)	74
Tableau 10: Evaluation de l'amélioration des notes lorsque les élevages ont été revisités (N=28 élevages) (P=évolution positive)	75
Tableau 11 : Résultats de l'analyse univariée pour toutes les variables	77
Tableau 12 : Trois variables corrélées au statut foyer influenza aviaire des élevages	78

Introduction

Les virus de type influenza, responsables de fortes mortalités dans les populations d'oiseaux pour la forme hautement pathogène, évoluent constamment et rapidement. De nouveaux sous-types apparaissent ainsi régulièrement et ces dernières années ont été marquées par l'émergence d'épizooties d'ampleur mondiale en élevage avicole.

De nombreux foyers d'Influenza Aviaire Hautement Pathogène (IAHP) et Faiblement Pathogène (IAFP) ont récemment été déclarés en Europe. L'ampleur des épizooties observées en France au cours des hivers 2015 à 2017 (77 foyers IAHP en 2015-2016 et 484 en 2016-2017) a mis en évidence l'importance de renforcer la biosécurité dans les élevages avicoles.

Le 8 février 2016 a paru un nouvel arrêté encadrant les pratiques de biosécurité dans les élevages avicoles sur l'ensemble du territoire français. Ainsi, des inspections officielles de biosécurité ont-elles été réalisées par les services de l'Etat, afin de vérifier la mise en application de ces nouvelles mesures.

Une étude a montré que le virus a eu, lors de l'hiver 2016-2017, une dissémination géographique particulière dans le Sud-Ouest et a révélé une association entre les systèmes de production de foie gras et le risque d'apparition de l'IAHP H5N8 (Guinat et al., 2018).

En effet, il existe des vulnérabilités différentes entre les élevages. La biosécurité doit les prendre en compte. Ces différences sont liées aux types de production, à la densité d'élevage, à l'organisation des filières et aux liens épidémiologiques possibles entre les exploitations.

Dans ce contexte, l'objectif de cette thèse est de dresser un bilan des pratiques de biosécurité dans la filière avicole, à partir des inspections de biosécurité réalisées dans le département des Landes. Ce département présente la particularité d'avoir été le plus touché (en nombre de foyers recensés) lors de l'épizootie de 2016-2017.

Dans un premier temps, une synthèse bibliographique présentera le contexte général de l'étude, en décrivant les particularités de la filière avicole dans les Landes, puis en détaillant les différentes mesures de biosécurité. Ensuite, le protocole de l'étude et les méthodes d'analyses des données seront exposés. Les résultats seront ensuite présentés et discutés.

Partie I : Prérequis bibliographiques à l'étude statistique

I - Virus Influenza et récentes crises françaises

1 Présentation du virus

1.1 Classification, variabilité et souches

Les virus influenza, agents de l'influenza aviaire mais aussi des gripes des mammifères, sont des virus de la famille des *Orthomyxoviridae*. Ce sont des virus à ARN simple brin, segmenté en huit, qui sont enveloppés (Easterday et al., 1997). Parmi les quatre types d'influenzavirus recensés à ce jour, (A, B, C et D), les influenzavirus A sont à l'origine des grandes épizooties d'influenza aviaire ayant touché la France ces dernières années. Ils sont capables d'infecter une grande diversité d'espèces aviaires et de mammifères (incluant l'homme) (Swayne, 2008).

Les virus grippaux ont la propriété d'évoluer en permanence. D'une part, ils possèdent une enzyme polymérase ARN dépendante peu fidèle, ce qui conduit à des mutations ponctuelles de l'ARN viral. Cette dérive génétique est la première source de variabilité des virus influenza A (Alexander, 2000). D'autre part, des échanges de gènes peuvent survenir lors de co-infections d'une même cellule parmi les huit fragments qui composent le génome de ces virus (aussi appelés réassortiments) : c'est la cassure antigénique, responsable de l'autre source de variabilité de ces virus. La Figure 1 montre deux virus nouvellement formés à partir des mêmes brins d'ARN initialement présents dans la cellule infectée. Un dernier phénomène de réassortiment des molécules de surface s'associe parfois aussi lors de co-infections. Une nouvelle molécule de surface peut apparaître puisque l'enveloppe du virus est issue de la cellule hôte, lors de la multiplication virale (J. L. Guérin et al., 2018). La Figure 1 schématise ce phénomène de l'émergence de nouveau virus grippaux. L'évolution génétique perpétuelle des virus influenza aviaires explique la difficulté rencontrée pour lutter contre ceux-ci (J. L. Guérin et al., 2018).

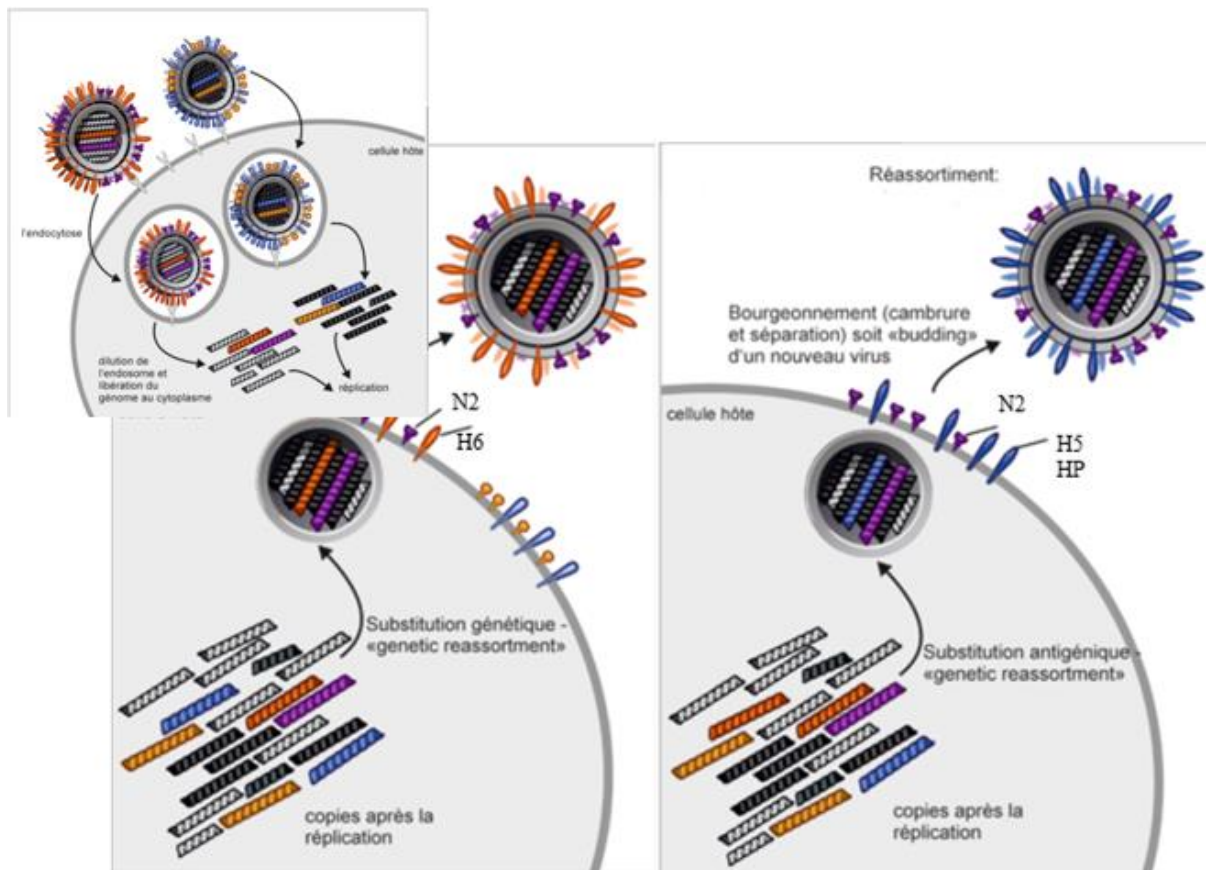


Figure 1 : Exemple de réassortiments lors de co-infections d'une cellule par des virus de type influenza, (FAO, 2019)

Les principaux antigènes induisant une réponse immunitaire protectrice sont la neuraminidase (NA) et l'hémagglutinine (HA), ces deux glycoprotéines de surface permettant la classification en sous-types de ces virus (HxNy). Ainsi, 18 hémagglutinines et 11 neuraminidases sont répertoriées à ce jour (Henry, Murphy, 2018).

1.2 Pathogénicité, hôtes et réservoir

Deux catégories de virus peuvent être identifiées selon la sévérité de la forme clinique. La forme faiblement pathogène (FP) se localise au niveau de la sphère respiratoire et/ou du tractus digestif. Les symptômes sont frustes : chute de ponte, apathie, diarrhée. L'infection peut également revêtir des formes asymptomatiques. Le taux de mortalité reste en général assez faible, sauf en présence de surinfections. La forme hautement pathogène (HP) est systémique : les signes cliniques de l'infection sont généraux, nerveux, respiratoires ou digestifs. La mortalité est souvent considérable et soudaine (100% chez les galliformes) (Alexander, 2000).

Chez les volailles, seuls H5 et H7 peuvent être HP ; cependant tous les H5 et H7 ne sont pas forcément HP.

C'est le site de clivage de la HA qui est à l'origine de la différence entre ces diverses formes. La protéine HA des souches IAFP possède une seule arginine au site de clivage et ne peut être activée que dans le tractus digestif ou respiratoire car elle nécessite une protéase de la famille des trypsines. Cette forme entraîne donc souvent des manifestations cliniques à dominante respiratoire. En revanche, pour la protéine HA des souches IAHP, sa forme immature possède de nombreux acides aminés basiques et son activation peut être effective dans toute cellule de l'organisme, causant ainsi des lésions sur l'ensemble des organes vitaux. On observe donc des signes généraux, nerveux, respiratoires, digestifs avec une mortalité conséquente et soudaine (Jean-Luc Guérin et al., 2018).

De nombreux oiseaux peuvent être infectés par les virus influenza A. Les oiseaux aquatiques sont le principal réservoir de virus influenza : ils hébergent de très nombreuses souches virales permettant la propagation et l'évolution de ces souches.

Plusieurs études démontrent que les palmipèdes hébergent couramment des virus influenza, sans pour autant présenter de signes cliniques (Ito et al., 1995) (Olsen et al., 2006) (Vittecoq et al., 2017). Les galliformes, quant à eux, sont des hôtes accidentels du virus, et peuvent présenter des signes cliniques très sévères en cas d'infection par un virus HP.

1.3 Excrétion et résistance

La période d'incubation du virus est communément de trois à cinq jours, mais elle peut être de seulement quelques heures pour certains virus HP (OIE, 2014). Cette durée varie en fonction de la souche virale, de la dose inoculée, de l'espèce aviaire et de l'âge de l'animal. Ce virus ayant un tropisme digestif et respiratoire, il est excrété dans les fientes, les sécrétions respiratoires et au niveau de la conjonctive pendant une dizaine de jours (Jean-Luc Guérin et al., 2018). La transmission est la plus fréquemment oro-fécale. Une étude a mis en évidence la contamination d'œufs, mais l'hypothèse retenue est la transmission via des coquilles souillées par des fientes ; dans des cas de mesures hygiéniques de faible niveau, on peut infecter le contenu de l'œuf et la menace reste à considérer sérieusement (Cappucci et al., 1985) (Promkuntod et al., 2006).

Les excréments fécaux et les sécrétions respiratoires assurent la contamination de l'environnement. Cela explique le rôle majeur des vecteurs passifs comme l'eau, les aliments (par exemple souillure des grains non protégés lors du stockage), le matériel ou encore le personnel, dans la dissémination de l'infection d'un endroit à un autre.

Etant un virus enveloppé, l'influenza aviaire est relativement instable dans le milieu environnant. Son pouvoir infectieux dépend notamment du pH, de la salinité et de la température (Brown et al., 2009). Ces virus se détruisent aisément par la chaleur (par exemple 30 minutes à 60°C), par des variations importantes de pH et des conditions non isotoniques. Ils sont sensibles à la plupart des désinfectants et détergents usuels utilisés avec les concentrations recommandées (Kaoud, 2013). Le biocide du Virkon-S®, par exemple, inactive une souche H5N1 en 45 minutes à une concentration de 0.2% et en 15 minutes à une concentration à 1% (Shahid et al., 2009). Malgré son instabilité, ce virus peut persister si les conditions le permettent, telles qu'une température basse, un pH neutre, une faible exposition aux UV ou encore un milieu à faible salinité. Il peut rester infectieux jusqu'à 30 jours s'il reste dans l'eau à 0°C, par exemple, quatre jours à 22°C mais perd son pouvoir infectieux après 24 heures à 28°C en milieu sec (Shahid et al., 2009). En outre, un milieu riche en matière organique protège le virus et permet la persistance de son pouvoir infectieux. En élevage, les sous-produits d'animaux comme les fientes sont donc des matières à risques. On a pu ainsi retrouver des particules virales infectieuses dans du fumier

après 105 jours, milieu à la fois organique mais aussi humide et à basse température lorsqu'il est stocké dehors (Kaoud, 2013).

Une étude récente a montré que les fosses à lisier pouvaient constituer un lieu de persistance des virus influenza aviaires avec la mise en évidence d'une durée de survie jusqu'à trois semaines pour des virus H5N8 (Lebouquin et al., 2017). La survie du virus, moins fragile dans les matières organiques et dans l'eau, explique que la transmission se fait plus aisément en élevage lorsque les mesures de biosécurité ne sont pas respectées, le mauvais entretien des parcours avec des restes d'eau stagnante par exemple.

2 Récentes épizooties d'influenza aviaire survenues en Europe et en France

2.1 Contexte

Depuis 2013, toutes les régions du monde ont été touchées par l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) avec 68 pays et territoires atteints (Figure 2).

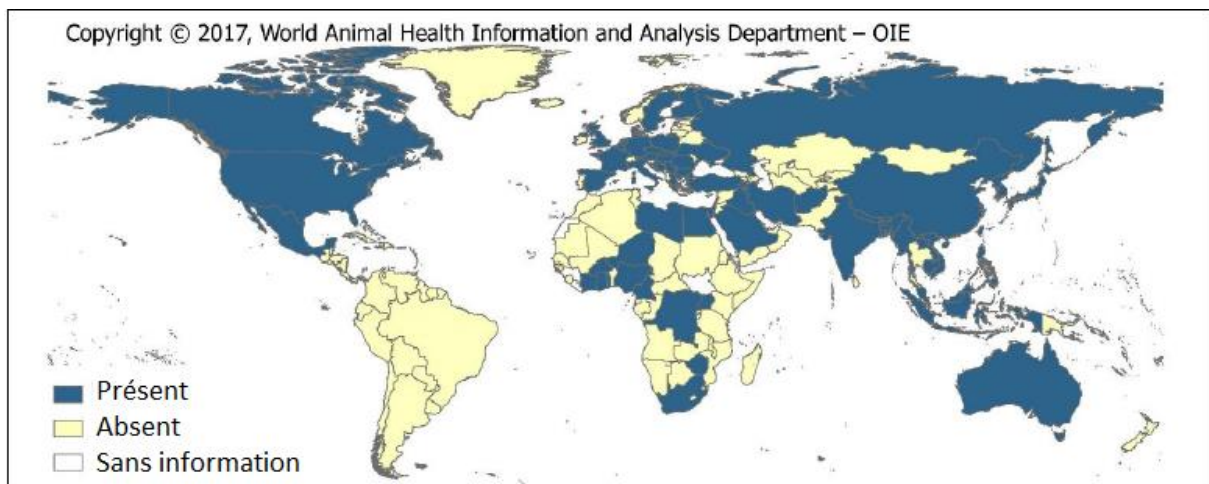


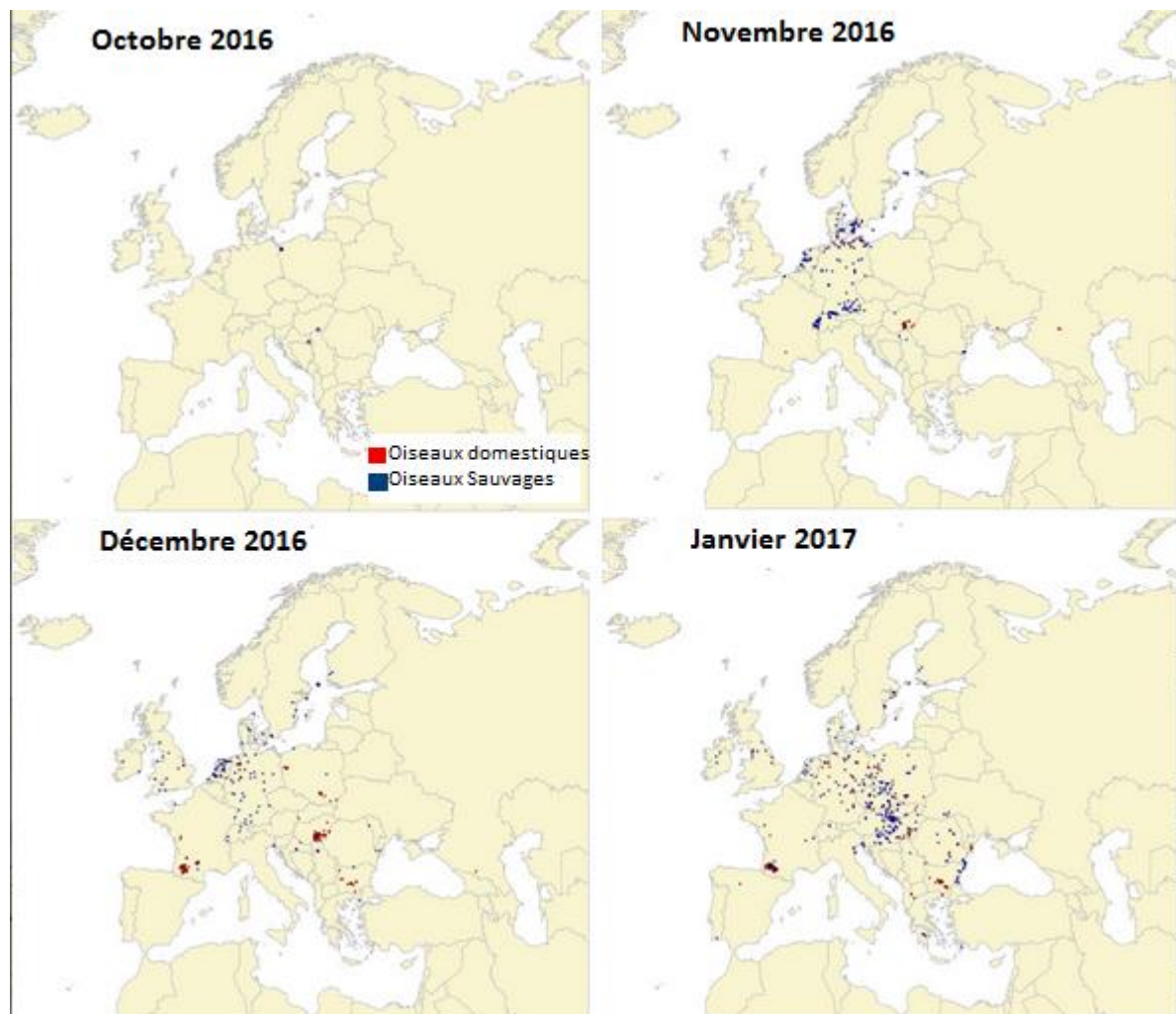
Figure 2: Pays et territoires ayant recensé au moins un foyer dû à IAHP entre janvier 2013 et janvier 2018 (OIE, 2017)

Les régions les plus touchées sont l'Europe et l'Asie. En Europe, sept sous-types ont été identifiés à ce jour. Les sous-types H5N1, H5N2 (1^{ère} crise en France) et H5N8 (2^{ème} crise en

France) ont été les plus répandus à l'échelle mondiale, identifiés dans quatre des cinq régions du monde. (OIE, 2017)

En raison de leur potentiel zoonotique et de l'importance économique pour la filière avicole, les virus influenza aviaries de type H5 et H7 sont classés danger sanitaire de 1^{ère} catégorie en France (Arrêté du 29 juillet 2013 relatif) et une surveillance événementielle est mise en place (Décision 2010/367/CE du 25 juin 2010).

L'émergence d'un virus IAHP de type H5N8 survenu en 2016 a été particulière. La Figure 3 représente le patron de dispersion du virus, depuis l'Europe de l'Est jusqu'à la France.



Ce virus a eu une expansion très large et rapide. Des premières analyses suggèrent que sa répartition serait corrélée aux densités de volailles, et en particulier de palmipèdes (Robinson et al., 2014 ; Napp et al., 2018). En France, il semble toutefois que cette corrélation ne soit que partielle (Figure 4).

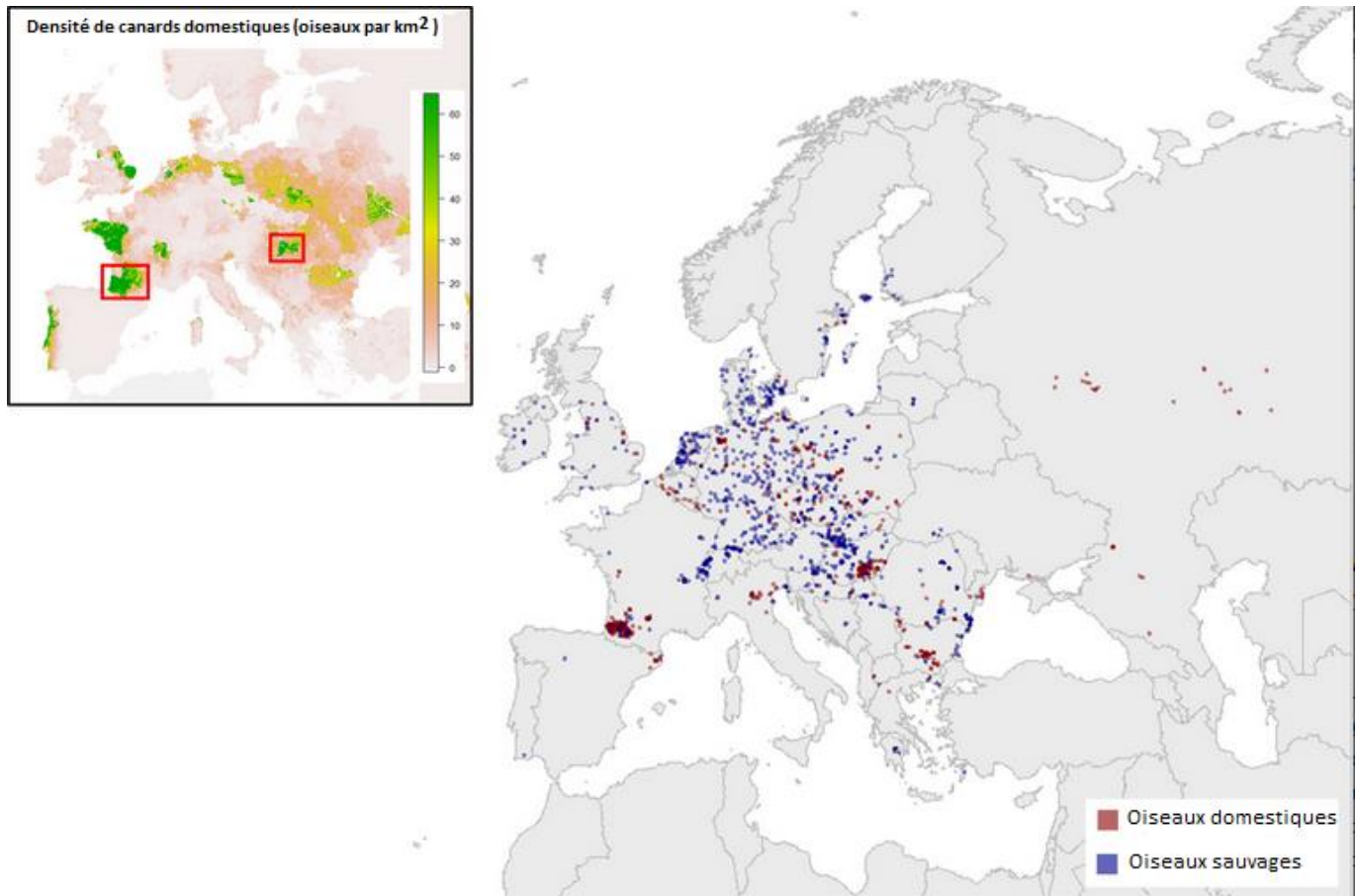


Figure 4 : Distribution spatiale des foyers H5N8 d'IAHP chez les oiseaux domestiques (point rouges) et sauvages (point bleu) en Europe. L'encart à gauche représente la densité (oiseaux par km²) d'oiseaux domestiques en Europe et les carrés rouges montrent les aires de grande densité de canards où les foyers étaient regroupés dans une zone réduite (France et Hongrie) (Robinson et al., 2014 ; Napp et al., 2018).

2.2 Situation en France

En France, la première crise, s'étalant de novembre 2015 jusqu'à mai 2016, a été l'une des plus importantes en Europe depuis les épizooties de 2000 en Italie (Alexander, 2000) (Capua et al., 2003) et 2003 aux Pays-Bas (Alexander, 2007). Près de 77 foyers IAHP ont

été détectés, principalement dus aux sous-types H5N1, H5N2 et H5N9 (Lebouquin et al. 2016).

C'est via une suspicion clinique en Dordogne que le premier cas d'IA a été identifié en novembre 2015, parmi un élevage de *Gallinacés*. La majorité des foyers a ensuite été recensée dans des élevages de palmipèdes (Figure 5) du Sud-Ouest. On a noté, lors de cet épisode, un faible nombre de foyers dans les élevages galliformes ; le virus s'y serait rarement transmis malgré une cohabitation fréquente des deux espèces dans la zone. Les gallinacés ont eu malgré eux le rôle d'espèce sentinelle, puisque les épisodes cliniques dans les élevages de gallinacés à proximité de ceux de palmipèdes ont permis de renforcer les contrôles et de réagir plus rapidement. Des signes cliniques respiratoires, associés à des mortalités élevées, ont néanmoins été observés dans six élevages de palmipèdes (Lebouquin et al., 2016). L'euthanasie rapide des sujets empêche cependant de connaître l'étendue et l'évolution de la maladie si ces mesures d'interventions n'avaient pas été prises.

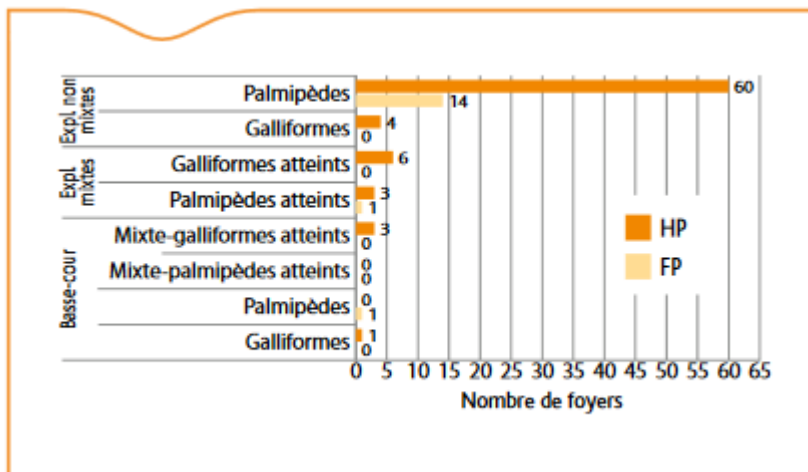


Figure 5: Nombre de foyers d'IA H5 HP et FP selon les productions présentes sur l'exploitation et l'espèce atteinte à l'origine de la déclaration (N=93 foyers, France, 30/06/2016) (Lebouquin et al., 2016)

Les analyses phylogénétiques suggèrent que cet épisode est probablement lié à la mutation d'un virus H5 IAHP sous forme IAHP en 2014, souche FP qui circule chez les palmipèdes depuis plusieurs années (Cherbonnel et al., 2007). En revanche, ces virus ne sont pas apparentés à la lignée asiatique circulant dans cette même période et n'ont donc pas un potentiel pandémique (Briand et al., 2017) (Lebouquin et al., 2016)

La distribution spatiale de cette épizootie, ainsi que les résultats d'une étude sérologique (Blondel, 2017), suggèrent un rôle particulier des filières de production de palmipèdes gras

(Figure 6). L'organisation segmentée de la production de foie gras (en trois phases) entraîne de nombreux liens épidémiologiques entre les élevages. De la même manière, d'autres travaux ont montré que les liens épidémiologiques entre foyers recensés en France au cours de l'épisode 2015-2016 étaient la plupart du temps associés aux mouvements d'animaux, causés par les différents passages en élevages successifs dans les circuits d'exploitation français (Blondel, 2017) (Scoizec et al., 2017).

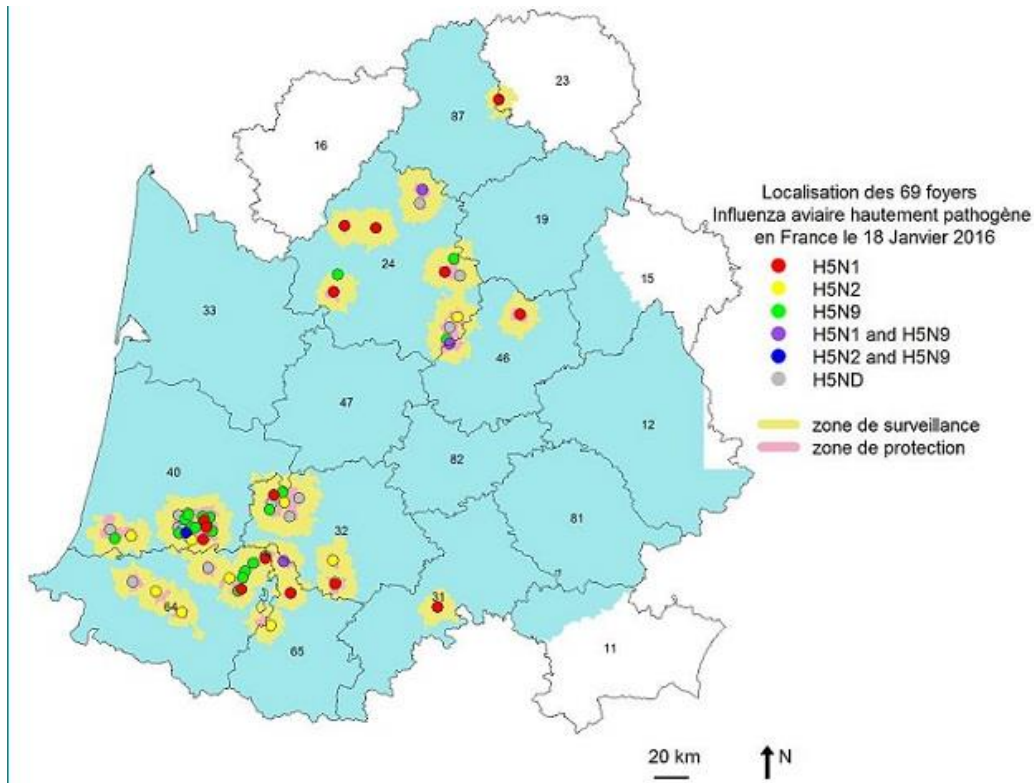


Figure 6 : Localisation des foyers d'IA HP identifiés au 30 juin 2016 (N=77 foyers, France, 29/04/2016) (DRAAF Occitanie, 2016)

Après une courte période d'accalmie ayant suivi l'épisode de 2015-2016, un cas de H5N8 hautement pathogène a été détecté en France le 5 décembre 2016. Le risque influenza est alors passé au niveau élevé dans tout le pays (Arrêté du 16 novembre 2016). Parmi les mesures de contrôle mises en place, le renforcement de la surveillance événementielle a été crucial puisque cette composante a permis de détecter 93% des foyers en élevages de galliformes (Bronner al. 2017). Toutefois, malgré les mesures de lutte, restrictions de

mouvements des oiseaux et abattages préventifs principalement, le virus a continué de se propager.

Les foyers en élevage se sont essentiellement répartis dans neuf départements du Sud-Ouest (Figure 7). Cet épisode a été particulièrement intense puisqu'on dénombre 484 foyers en élevages, 52 cas d'avifaune sauvage et trois cas d'avifaune captive. De manière globale, la propagation du virus s'est faite de plus en plus rapidement, de l'est vers l'ouest (Figure 8). En réalité, la transmission a été relativement lente en début d'épizootie (Figure 8), s'effectuant sur de longues distances (cluster bleu, plus étendu et réparti sur 37 jours). Puis elle s'est intensifiée, beaucoup plus concentrée, sur de courtes distances et en de très peu de temps (clusters vert et jaune, beaucoup plus compacts, distribués cette fois-ci sur 7 jours, puis 17 jours). On observe notamment que, la vitesse d'expansion a été la plus rapide dans le département des Landes (Figure 9). Cette dissémination géographique a révélé la difficulté du contrôle de la propagation du virus dans la région ; les Landes étant caractérisées par une densité élevée de canards, d'élevages en plein air (poulets et canards) et de nombreux transports d'animaux dus à l'organisation de la filière.

Figure 7 : Nombre de foyers de H5N8 par département français pendant l'hiver 2016-2017 (Guinat et al., 2018)

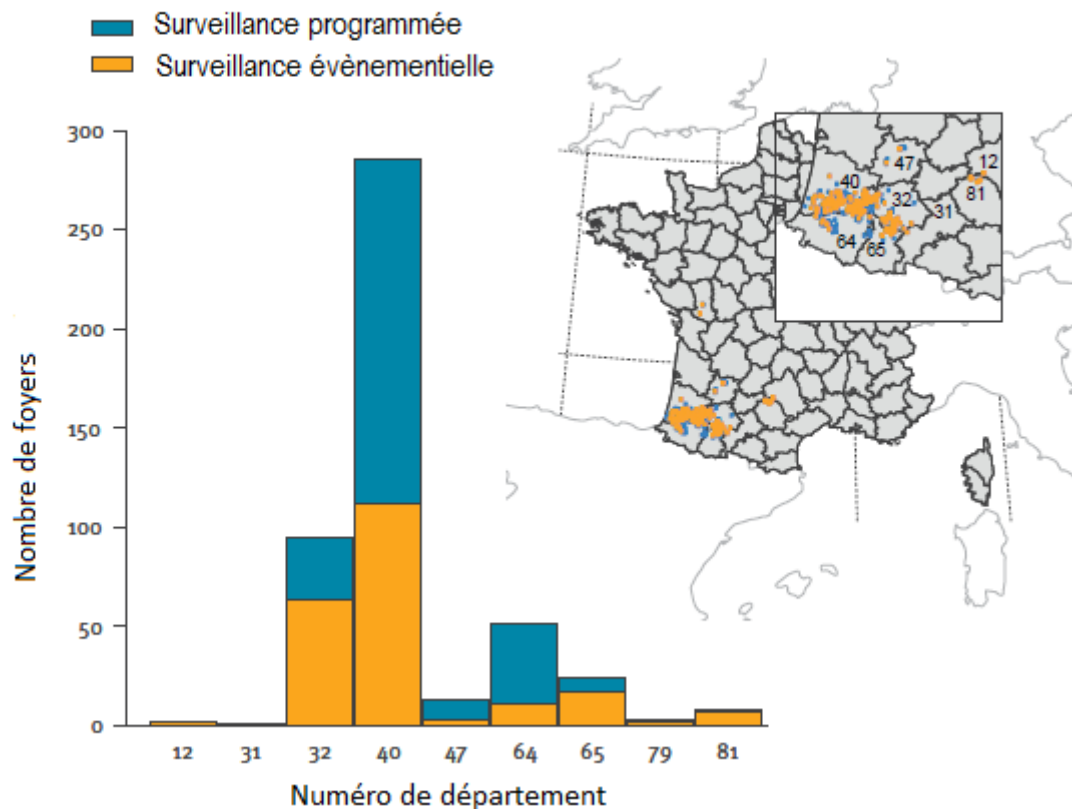


Figure 8: clusters spatio-temporels montrant une expansion de l'épizootie H5N8 de l'est vers l'ouest du Sud-Ouest de la France (Guinat et al., 2018)

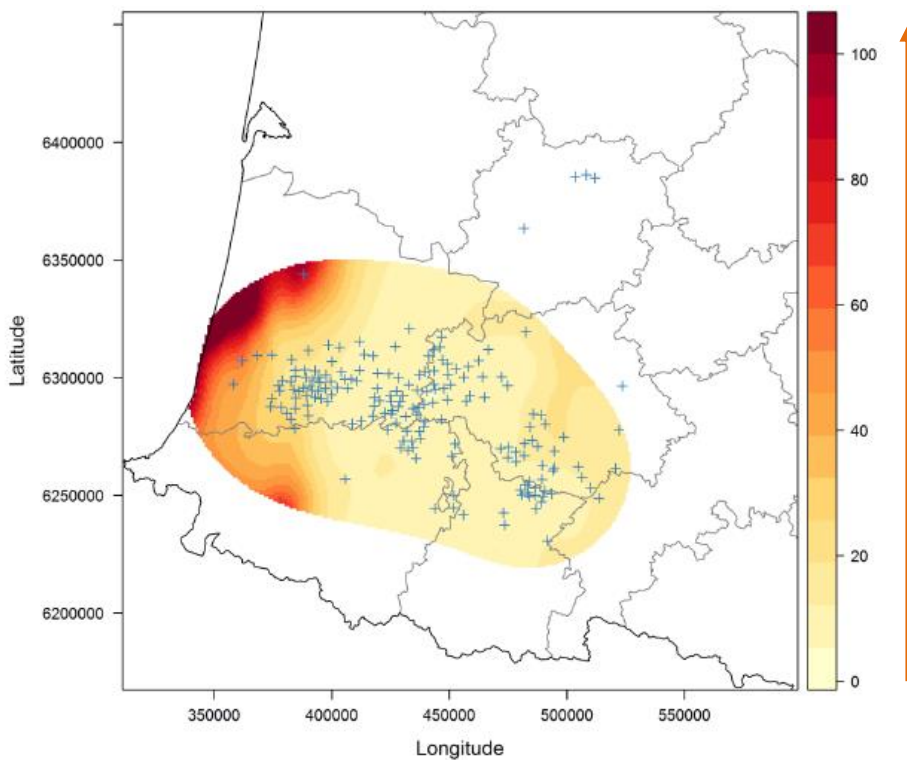
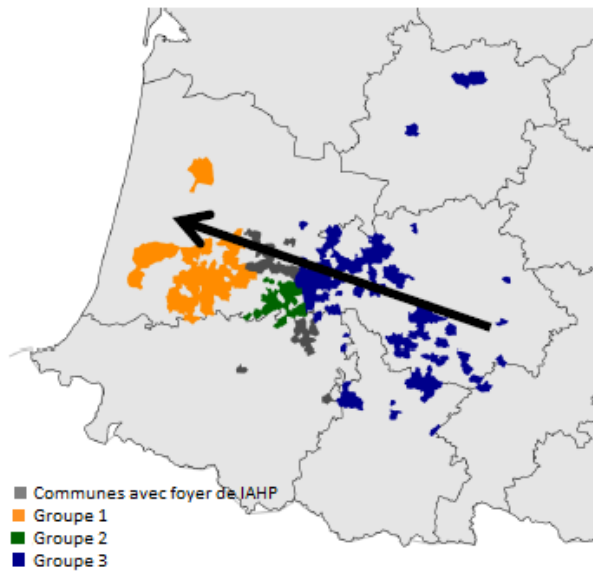
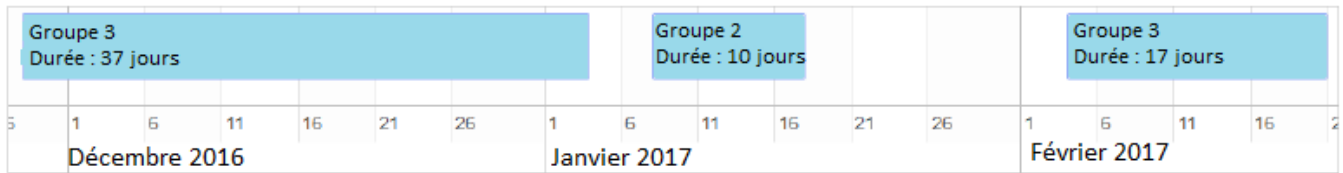


Figure 9: Vitesse de propagation du virus H5N8

(Guinat et al., 2018)

Une étude portant sur l'épizootie de 2016-2017 et le système de production des palmipèdes gras a mis en évidence que le transport des animaux a joué un rôle important dans cette expansion (Guinat et al., 2019). Alors que l'ensemble du territoire français était en risque « élevé » d'influenza aviaire, c'est dans les Landes que l'épidémie a culminé (Guinat et al., 2019). Une étude concordante réalisée en Chine avait montré que les flux de transports participaient activement à la circulation des VIA (Lu et al., 2017). Ainsi, une prévention future devra accorder une importance particulière à la surveillance des zones de production de foie-gras, avec un renforcement de la biosécurité sur les mouvements d'animaux.

Ce département est aussi composé d'une variété de zones humides d'une grande richesse : le littoral, les pourtours des estuaires de la Gironde et de l'Adour (halte privilégiée lors des périodes de migration), les lagunes du massif landais etc... Cette particularité peut représenter un terrain plus propice à l'entretien du virus (Kaoud, 2013) (milieu humide et espèce réservoir).

3 Mesures de lutte mises en place

3.1 Mesures de police sanitaire

Après la découverte d'un foyer d'influenza hautement pathogène, plusieurs mesures de lutte s'appliquent.

Tout d'abord, l'établissement de zones restrictives :

-La zone de protection (ZP), qui s'étend sur un rayon de 3 km autour d'un foyer, et dans laquelle on procède à l'abattage des volailles présentes sur le site, avec recherche sérologique des virus sur celles-ci et un nettoyage avec désinfection.

-Une zone de surveillance (ZS), sur un rayon de 10 km autour d'un foyer, où tous les mouvements des volailles sont contrôlés.

-Une zone de restriction, mise en place autour des bassins de production en plus des ZP et des ZS réglementaires autour des foyers. Les mesures de surveillance y sont renforcées. Un recensement de toutes les exploitations de volaille, commerciales ou non commerciales, et des exploitations d'oiseaux captifs doit être réalisé dans cette zone. Les rassemblements d'oiseaux, tels que les foires, marchés ou expositions sont interdits.

Aux différentes mesures citées précédemment s'ajoute la mise en place d'une surveillance programmée en plus de la surveillance événementielle (Bronner et al., 2017). Cette surveillance consiste à dépister les animaux avant leurs mouvements (abattoir, déplacement en salle de gavage, etc...), dans les élevages en lien épidémiologique avec les foyers ou dans les populations à risques. Ces mesures ont pour objectif de détecter rapidement les élevages infectés, de vérifier l'assainissement des foyers et de garantir le statut indemne des autres élevages (Figure 10).

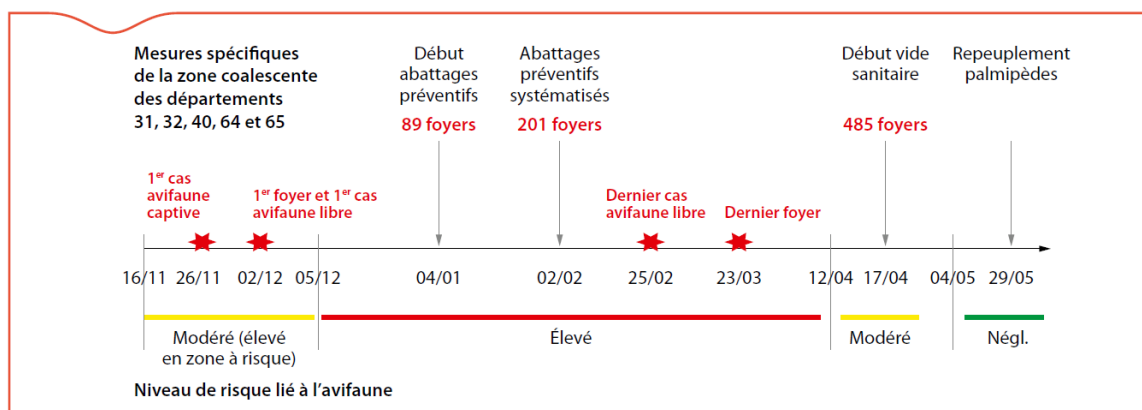


Figure 10: Chronologie des principales mesures mises en place entre le 16 novembre 2016 et le 29 mai 2017
Négl. : négligeable. Les nombres indiqués en rouge correspondent à des incidences cumulées pour les élevages de volailles (nombre de foyers) (Lebouquin et al., 2016)

Dans un premier temps, des abattages préventifs ont été effectués. Ceux-ci s'étant avérés insuffisants pour maîtriser l'expansion du virus, des abattages systématiques ont été effectués. Cette mesure, drastique, a été mise en œuvre lors de l'épisode 2016-2017 ; elle y a été assortie d'un vide sanitaire obligatoire, puis d'un dépistage préalable à la levée des zones de restriction.

3.2 Renforcement des mesures de biosécurité

A l'échelle de l'élevage, l'application des mesures de biosécurité de base a été mise en avant, notamment via l'arrêté ministériel du 8 février 2016.

Il a été demandé notamment une séparation appropriée entre les volailles de l'exploitation et la faune sauvage (DRAAF Occitanie 2016). Les éleveurs ont été sollicités afin d'être irréprochables sur leur protocole de nettoyage/désinfection, de respecter un vide sanitaire, de s'équiper de sas. Une bonne gestion des cadavres a aussi été nécessaire lors des abattages ayant eu lieu directement sur l'exploitation.

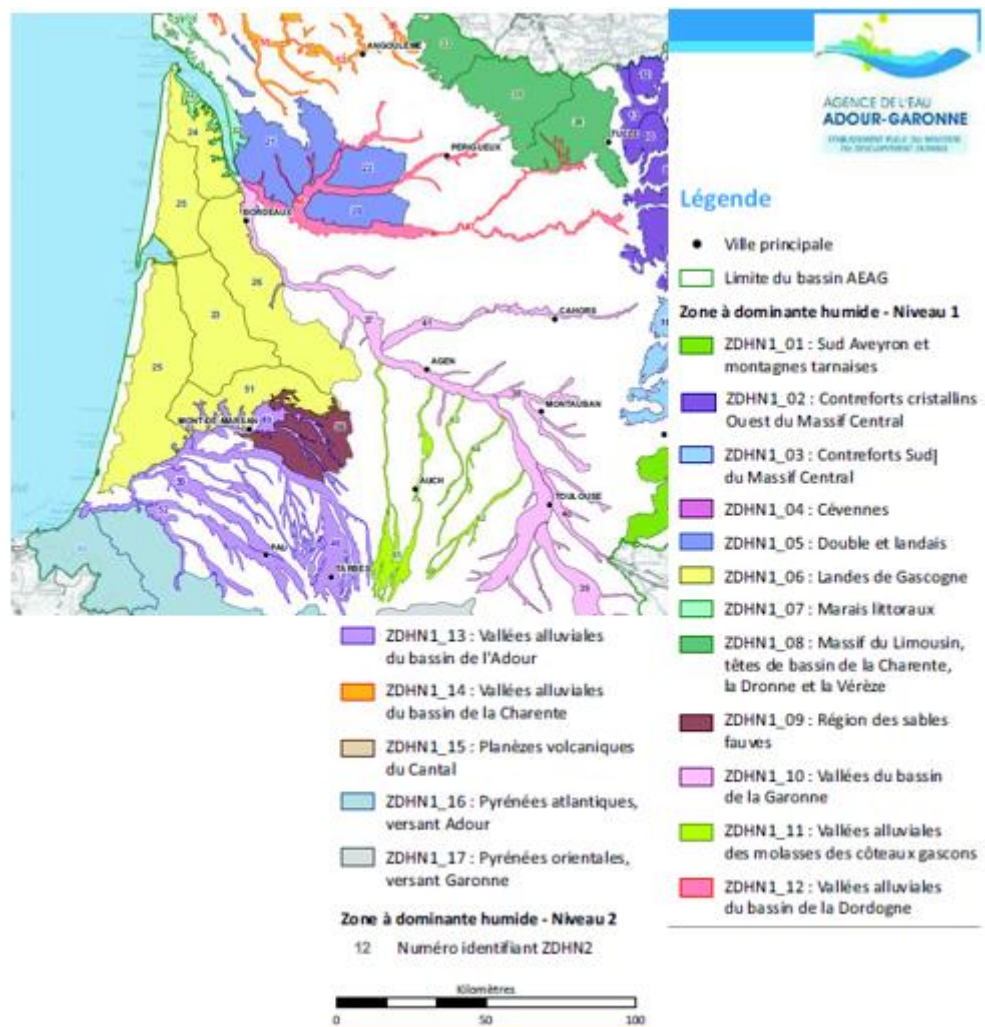
II – Spécificités des filières avicoles dans le département des Landes

1 Caractérisation du territoire

Le département des Landes est un territoire anciennement couvert de landes marécageuses, qui a vu son paysage complètement modifié par la systématization des plantations de pins. Cela reste un terrain humide, où la démographie reste faible, 44 habitants/km², une des densités les plus faibles de France, en raison de l'étendue des zones boisées (Insee, 2016).

Les zones humides – qui jouent un rôle particulier dans l'épidémiologie des virus influenza (Kaoud, 2013) - sont omniprésentes dans le département (Figure 11).

Figure 11 : Présentation des zones à dominante humide de niveau 1 et niveau 2, (Asconit, 2011)



On note une dominance de l'aviculture et de la production de cultures (maïs) dans ce département (Figure 12). La polyculture et le polyélevage associés sont dominants sur ce territoire.

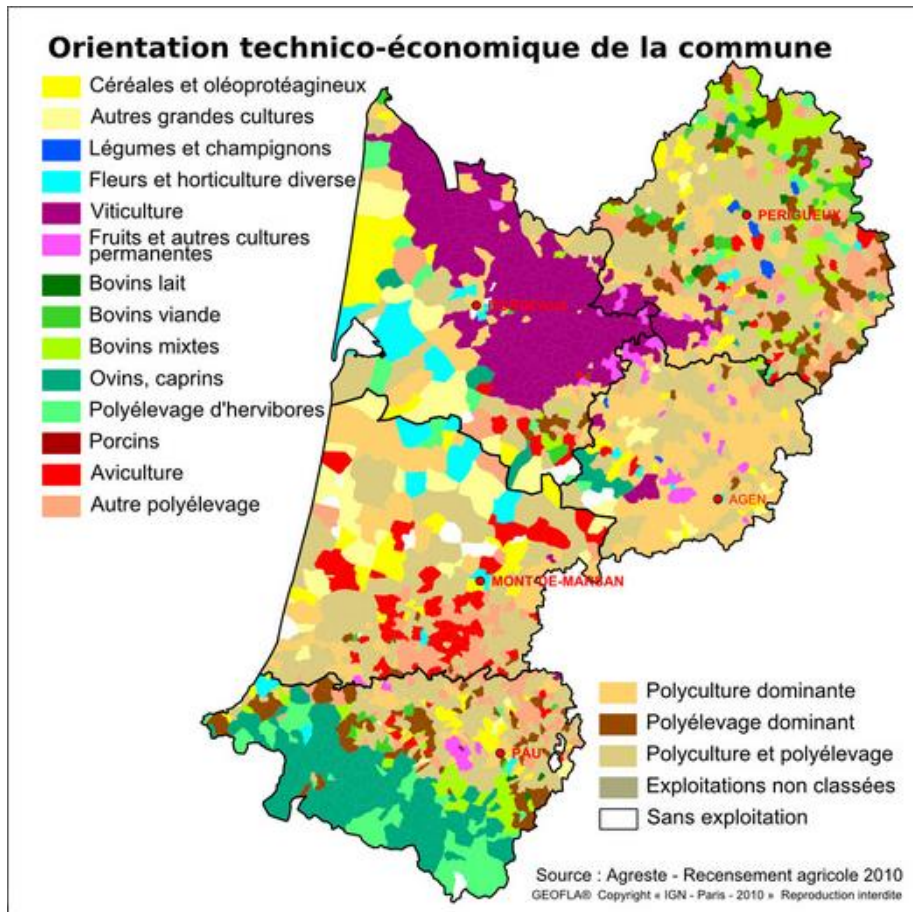


Figure 12 : Orientation technico-économique de la région Aquitaine, (Agreste 2010)

2 Filières avicoles dans le département des Landes

La spécificité du département réside notamment dans l'omniprésence de productions avicoles placées sous signe de qualité (poulets et canards élevés en plein air) et des circuits courts.

Les producteurs de poulets landais – respectant un certain nombre de critères d'élevage - ont par exemple obtenu, au milieu des années 1960, le premier « label rouge », certificat de qualité amélioré par la suite par l'obtention de la mention "élevé en liberté" (Agreste-Aquitaine, 2007). L'éventail des productions disponibles a été ensuite complété par des volailles qui apparaissent plus exceptionnellement sur les tables, comme les pintades, les cailles et surtout les chapons. Cet élevage profite des atouts de la région : vastes espaces incultes ou boisés, climat clément, abondante production de maïs.

C'est à peu près à la même époque que les canards élevés dans la filière palmipèdes gras ont supplanté les palmipèdes traditionnels que sont les oies. Cette production permettait l'obtention à moindre coût d'un produit à haute valeur ajoutée, le foie gras, et de présenter une viande qu'il était possible de déguster fraîche, le magret. Peu à peu, la production de canards gras est devenue primordiale pour bon nombre de petites et moyennes exploitations, peu armées pour entrer sur un marché des céréales ou du vin de plus en plus mondialisé. La production s'est donc étalée sur toute l'année, à l'exception des mois les plus chauds et s'est professionnalisée (CIFOG, 2016b).

2.1 Production de poulet de chair

Deux types de production co-existent dans le département : le poulet standard et le poulet produit sous signe de qualité (Label Rouge ou Agriculture biologique [AB]). L'élevage de poulet de chair est très présent sur le territoire, la Figure 13 met en avant une forte densité de poulet sur le département des Landes, en particulier dans la région de Chalosse.

Plus spécifiquement, les produits de qualité Label Rouge ou AB représentent la très large majorité des exploitations de poulet dans le département. Plus de 60% des volailles sont

produites sous la qualité Label Rouge dans les Landes et 75% des produits AB du département sont les poulets de chair (Figure 14).

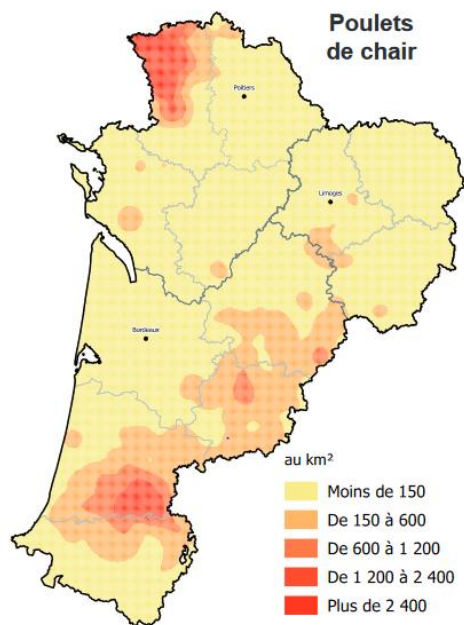


Figure 13 : Densité des poulets de chair sur la région Nouvelle-Aquitaine, en poulets par km², (Agreste Recensement agricole., 2010)

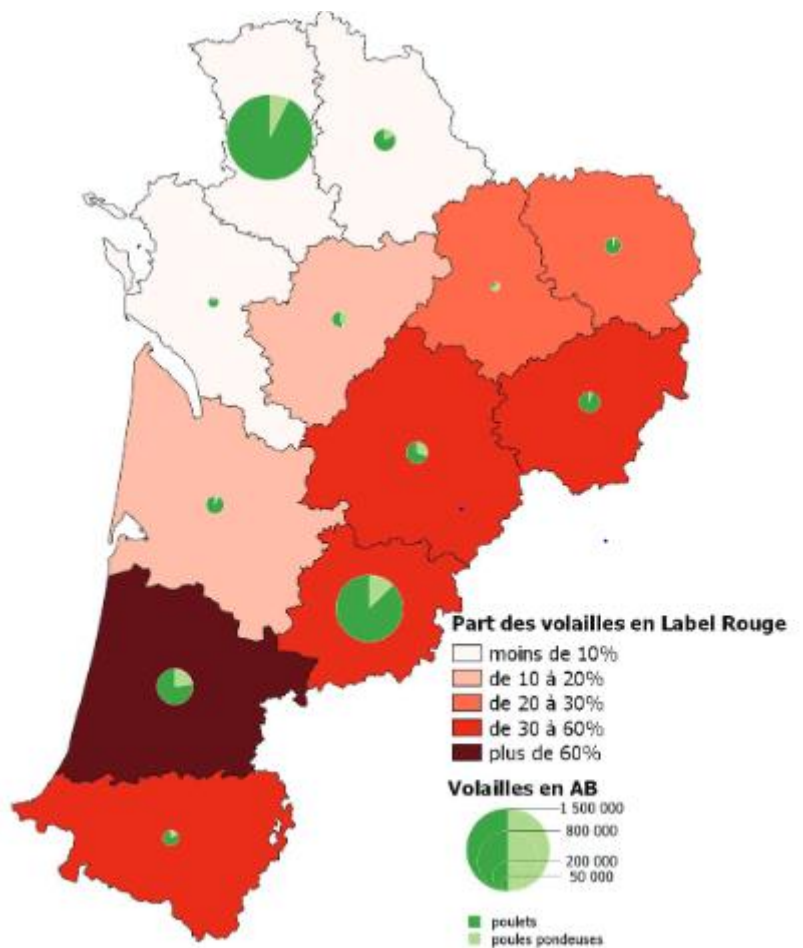


Figure 14 : Part des élevages en Label Rouge dans les élevages avicoles (hors palmipèdes gras) et nombre de volailles en AB, par département, (Agreste Recensement agricole 2010, Agence bio 2016)

Les principales différences de ces productions viennent de l'espèce utilisée, du cahier des charges et surtout de l'âge d'abattage.

L'élevage de poulets, dindes et pintades se fait sur différentes litières : paille, terre battue, caillebotis ou copeaux. La densité varie, de 11 poulets par m² maximum en production Label Rouge, contre 20 à 25 en élevage standard (INAO, 2018) (Label Rouge, 2018). Les Labels Rouges et la production en agriculture biologique ont par ailleurs une obligation d'accès au parcours extérieur :

- 2 m² minimum par poulet en appellation « plein air »
- illimité en appellation « liberté » (Figure 15)



Figure 15 : Exemple de poulets en liberté, (Label Rouge, 2018)

L'âge d'abattage s'étale de 81 à 110 jours pour le Label, contre 35 à 42 jours pour le poulet standard. Du fait de l'utilisation de souches à croissance lente pour les poulets de plein air, ces poulets sont en général plus lourds et de meilleure qualité à l'abattage (INAO, 2018). Les différences de production sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1: Exigences et recommandations en matière de certification de conformité des volailles définies par arrêté ministériel français, (Label Rouge, 2018)

Mode de production	Poulet standard	Poulet sous certification de conformité (a)	Poulet fermier Label Rouge (b)	Poulet biologiques (c)
Race	Croissance rapide	Croissance intermédiaire	Rustique à croissance lente	Rustique à croissance lente
Age d'abattage	35 à 40 jours	56 jours minimum	81 jours minimum	81 jours minimum
Type d'élevage	En claustration	En claustration	Fermier en plein air ou en liberté	Fermier en plein air ou en liberté
Taille du poulailler	Pas de limite (jusqu'à 2 000 m ²)	Pas de limite (jusqu'à 2 000 m ²)	400 m ² maximum	480 m ² maximum
Densité dans le poulailler	20 à 25 poulets par m ² (dans le respect de la directive 2007/43/CE)	18 poulets par m ²	11 poulets par m ² maximum	10 poulets par m ² maximum
Espace en plein air	Aucun	Aucun	- 2 m ² minimum par poulet en appellation « plein air » - illimité en appellation « liberté »	4 m ² minimum par sujet, sur un parcours conduit selon les principes de l'agriculture biologique
Alimentation	100 % végétaux, minéraux et vitamines	- 100 % végétaux, minéraux et vitamines - 65% de céréales	- 100 % végétaux, minéraux et vitamines - 75% minimum de céréales	- 100 % végétaux, minéraux et vitamines, - 95% minimum de matières premières issus de l'agriculture biologique
Qualité supérieure organoleptique des volailles	-	-	Garantie par des analyses sensorielles régulières	-
Contrôle tiers indépendant	-	Organisme certificateur	Organisme certificateur	Organisme certificateur

2.2 Filière palmipèdes gras

Premier producteur de foie gras avec 19 500 tonnes (FranceAgrimer, 2018), la France produit 70 % du foie gras mondial. Produit phare de la gastronomie française, il bénéficie de la reconnaissance officielle « Patrimoine culturel et gastronomique protégé en France » depuis 2006 (Article 74 de la loi d'orientation du 5 janvier 2006) et sa consommation nationale reste soutenue malgré le contexte de crise économique.

La production se concentre essentiellement dans la région du Sud-Ouest, le département des Landes se plaçant au deuxième rang français en termes de nombre d'exploitations élevant des canards gras (Figure 16).

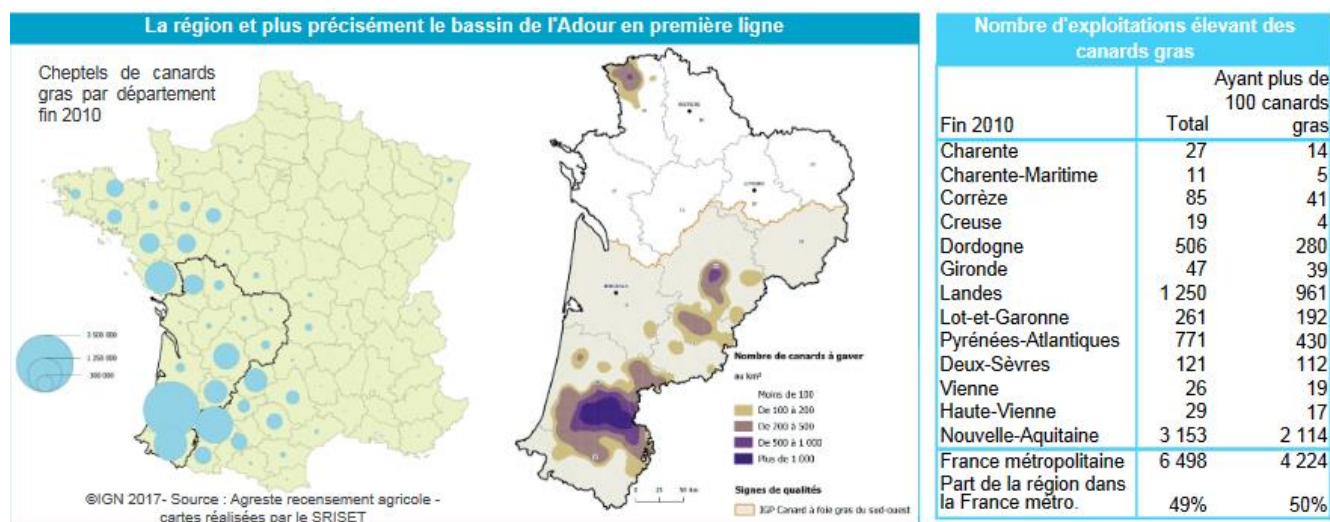


Figure 16: Répartition des élevages de canards en France et en particulier dans la région Nouvelle-Aquitaine (Agreste, 2017)

Le canard représente la majorité du marché, la part de l'oie restant minoritaire (10% de la production française). En effet, malgré un foie gras plus gros, plus savoureux et avec une résistance de cuisson plus élevée par rapport aux autres palmipèdes, l'élevage de l'oie reste fortement contraignant (élevage et gavage plus longs et délicats, reproduction saisonnière). Le canard a peu à peu détrôné l'oie qui fut autrefois l'espèce majoritaire (CIFOG, 2018).

La production du foie gras repose sur l'aptitude naturelle des canards et des oies à stocker de grandes quantités de graisse. Cette capacité physiologique est réversible puisqu'après les trajets migratoires, les animaux retrouvent un foie normal (Pingel et al., 2012). Pour la production de foie gras, deux étapes se suivent : une phase d'élevage, la plus longue dans la vie de l'animal avec préparation au gavage, et une phase de gavage, à durée très courte.

Trois espèces de palmipèdes sont utilisées principalement en France pour la production de foie gras. Le canard mulard résulte du croisement naturel entre un canard mâle de Barbarie et une cane commune (*Anas platyrhynchos*). Animal robuste, il jouit, du fait de son hybridité,

de l'hétérosis et produit un foie gras et une viande de qualité, qualités indispensables pour la production de foie gras. Seuls les mâles sont gavés, le foie des femelles étant de moins bonne qualité (taille plus petite et foie plus vascularisé). Le canard de Barbarie (*Cairina moschata*), importé d'Amérique du Sud, s'avère être une recrue de choix pour le gavage car c'est un animal calme et naturellement très glouton. Sa chair abondante est plus maigre que celle du canard commun, mais, moins rustique et plus long à gaver, il n'est utilisé que par quelques producteurs. L'oie grise des Landes (*Anser anser*), de souche française, possède la capacité de stocker une très importante quantité de graisse dans son foie. Toutes les oies ne présentent pas les mêmes capacités à produire un bon foie gras. L'oie polonaise, par exemple, stocke plutôt la graisse à la périphérie des muscles (CIFOG, 2016a).

En France, deux types d'exploitations se distinguent dans la production de palmipèdes à foie gras :

-Les circuits courts, qui produisent, transforment et commercialisent leur production. Chaque étape est réalisée dans une même exploitation, de l'élevage des oisillons jusqu'à la transformation et la commercialisation locale de leurs produits, en passant par le gavage et l'abattage. Cette production, en général plus locale, peut être saisonnière, pour les fêtes de fin d'année par exemple. Les exploitations gèrent quelques centaines d'animaux jusqu'à quelques milliers. Il y a très peu de mouvements d'animaux.

-Les circuits longs, avec des exploitations spécialisées dans le gavage ou l'élevage par exemple. Celles-ci fournissent leurs produits aux grandes marques ou aux marques artisanales. En général, l'abattage et la commercialisation se font par le biais d'autres entreprises.

Certains exploitants, spécialisés dans un maillon de la chaîne (démarreurs, producteurs de prêts-à-gaver, ou gaveurs), fonctionnent en circuit ouvert : les animaux transitent alors beaucoup, soit d'un élevage à une salle de gavage, mais aussi d'élevage en élevage. Ce type d'organisation représente un risque non négligeable pour la dissémination d'agents pathogènes : des études épidémiologiques ont identifié les véhicules de transport comme la source d'introduction de nombreuses maladies infectieuses (transport entre le couvoir et l'élevage, de l'élevage jusqu'à la salle de gavage, puis l'abattoir) (Fritzemeier et al., 2000) (Hege et al., 2002) . Le mode de production de cette filière en trois phases d'élevage (démarrage, prêt-à-gaver, gavage) est unique en production de volailles et conduit à un maillage territorial dense. En effet, un lot de canards PAG peut être divisé jusqu'à dix lots

frères répartis dans dix salles de gavage ; réciproquement, une salle de gavage peut accueillir des canards PAG de différentes origines. L'association d'un cycle de production très court, d'unités de petite taille et d'approvisionnements multiples, rend ainsi la traçabilité des lots complexe et conduit à de très nombreux liens épidémiologiques entre les élevages.

En circuit fermé, le producteur est en quasi « autarcie », il élève ses canards qu'il va lui-même gaver : entrent dans l'exploitation des palmipèdes de un jour et sortent des palmipèdes gavés prêts à être abattus.

III – Pratiques de biosécurité dans les filières avicoles

La biosécurité est définie comme « l'ensemble des mesures de gestion et des mesures matérielles destinées à réduire le risque d'introduction, de développement et de propagation des virus influenza aviaires réglementés au niveau des exploitations mais aussi de toute population animale, établissement, moyen de transport ou objet susceptible de constituer un relais de diffusion » (FAO, 2007). Bien que les règles de biosécurité aient toujours existé, elles ont été renforcées suite à la première épizootie d'influenza survenue en 2015/2016 et ce pour tous les détenteurs d'oiseaux, aussi bien pour l'exploitation de gavage de palmipèdes que pour une basse-cour ou des oiseaux d'ornement (Arrêté du 8 février 2016).

L'arrêté du 8 février 2016, associé aux notes de service et aux instructions techniques, a établi le cadre réglementaire relatif à l'application des mesures de biosécurité dans les élevages avicoles. Ces mesures, auparavant négligées, font aujourd'hui l'objet d'obligation de moyens et de résultats de la part de l'éleveur.

En accompagnement des éleveurs, les fiches ITAVI ¹ permettent d'avoir des fiches adaptées à chaque type d'exploitation (espèces, parcours, bâtiments, etc...). De plus, des fiches d'autoévaluation sont disponibles, créées par ITAVI et ARVOL (Association Régionale Volailles de chair d'Aquitaine) spécialement conçues pour la région Nouvelle-Aquitaine pour que l'éleveur puisse s'autoévaluer lui-même.

¹ <http://influenza.itavi.asso.fr/>

1 Contenu minimum du plan de biosécurité

Il est composé des douze points suivants au minimum.

1- Le plan de circulation doit définir le site d'exploitation, y inclure la zone publique (bien délimitée), les aires de stationnement et le sens de circulation dans l'élevage.

2 - La liste, à jour, du personnel indispensable au fonctionnement des unités de production ou de détention d'oiseaux sauvages captifs, en précisant leurs fonctions.

3 - Le plan de gestion/circulation des flux dans l'espace et/ ou dans le temps (circuits entrants et sortants des animaux, du matériel, des intrants, des produits et des sous-produits animaux).

4 - Le plan de nettoyages-désinfections et de vides sanitaires, par unité de production (comprenant les protocoles, les enregistrements et les autocontrôles).

5 - Le plan de gestion des sous-produits animaux.

6 - Le plan de lutte contre les nuisibles.

7 - Le plan de protection vis-à-vis de l'avifaune sauvage.

8 - Le plan de formation du détenteur et du personnel aux bonnes pratiques d'hygiène (attestations de suivi).

9 - La traçabilité des interventions des équipes de personnels temporaires (nom et coordonnées de l'entreprise, date et objet de l'intervention ; bons de livraison et d'enlèvements).

10 - La traçabilité des bandes par unité de production (déclarations de mise en place, enregistrements de l'origine et de la destination).

11 - La traçabilité des autocontrôles (nature et fréquence) sur la mise en œuvre du plan de biosécurité.

12 - Les risques liés à la détention de volailles non commerciales ou d'oiseaux sauvages captifs.

2 Items présents dans la grille d'inspection

Lors des inspections de biosécurité, la partie documentaire permettant de voir l'organisation de l'élevage est complétée par une visite de toutes les unités de productions (UP).

2.1 Contrôle documentaire

La pièce maitresse est le plan de biosécurité qui doit être adapté à l'exploitation. Dans un premier temps, il doit représenter objectivement l'exploitation, avec les zonages : zone publique, zone professionnelle, les différentes UP, les sas, etc... ainsi que les flux de personnel et de transport (Figure 17).

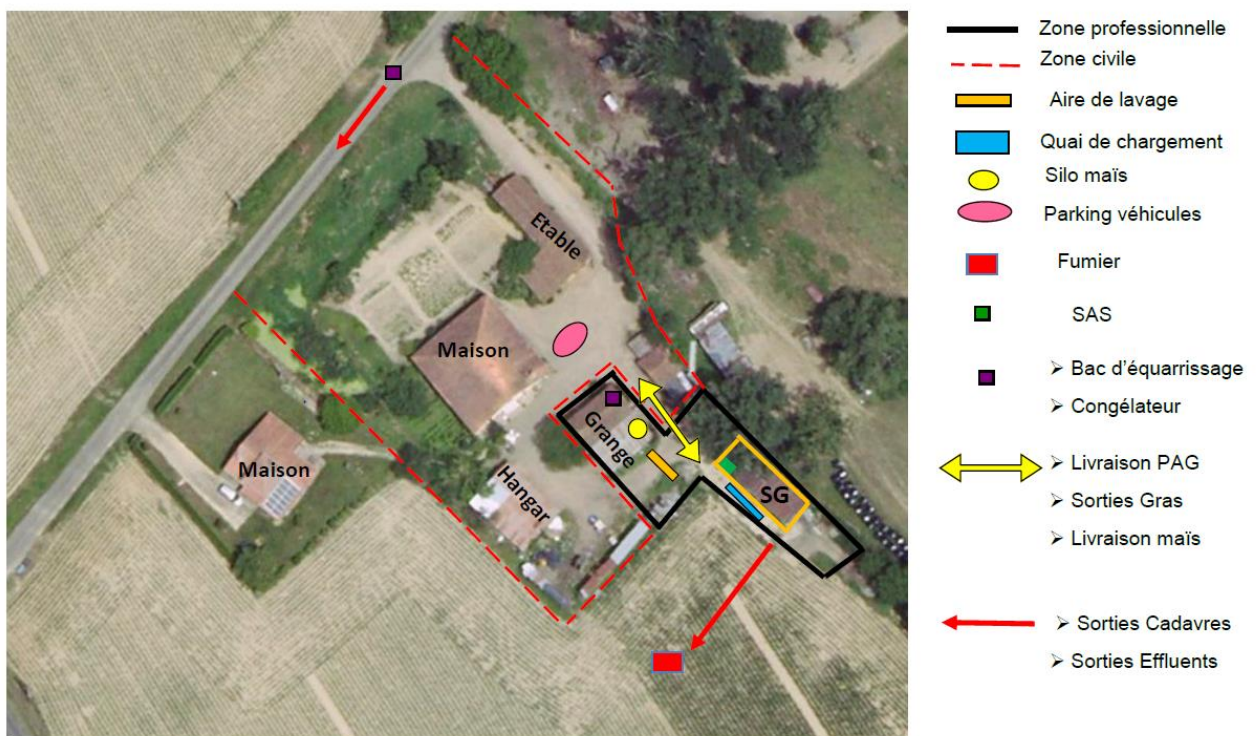


Figure 17 : Exemple de représentation d'un plan de biosécurité (Inspections de biosécurité, 2017)

Il faut représenter de manière adéquate les mouvements des intrants car ils sont souvent sources d'entrée du pathogène (Chauvin, 2009) : nourriture, litière, animaux, etc...Il doivent être bien séparés des flux sortants comme les cadavres et les effluents. Il faut préciser la séparation dans l'espace mais aussi dans le temps, sur un même schéma, pour montrer le respect de la marche en avant. L'emplacement de l'aire de lavage a toute son importance, il doit se situer dans la zone

professionnelle, à la limite avec la zone publique, de manière à pouvoir garantir la propreté sanitaire d'un véhicule aussi bien à l'entrée qu'à la sortie de l'élevage.

Le plan de biosécurité retrace aussi l'organisation de l'élevage : les protocoles de nettoyage et désinfection doivent y figurer, la lutte contre les nuisibles, avec preuves d'achats d'appâts par exemple, les registres de mouvements intrants et sortants (consommables, vivants et personnels), la traçabilité des vides sanitaires et les interventions vétérinaires. Un exemple de plan de biosécurité est présenté en Annexe 1.

Cette première vérification permet d'objectiver la maîtrise de la biosécurité de la part de l'éleveur, de connaître son statut vis-à-vis de l'observance de ces règles, au moins au niveau documentaire.

2.2 Contrôle lors de la visite terrain de l'exploitation

Chaque item du questionnaire de biosécurité est vérifié sur place. Si des modifications sont en cours, comme la construction du sas, il est demandé à l'éleveur de prouver qu'il a répondu à la mise en conformité, soit par des photos, soit lors d'une contre-visite. Chaque paramètre est noté en conforme/non conforme (C/NC) ou bien avec quatre notes, A, B, C ou D à l'appréciation de l'inspecteur.

a. Types d'exploitation

On répertorie l'activité de l'exploitation. Les espèces présentes sur le site sont recensées et on distingue les oies, les canards, les poules et les autres (pintades ou pigeons par exemple). On classe aussi le type d'atelier : démarrage, PAG, gavage, élevage de canard maigre, gibier à plumes, poules pondeuses, volailles de chair ou autres (couvoir, reproducteur, etc...). Ainsi on caractérise l'élevage et on y associe des risques spécifiques (Figure 18). Par exemple, les exploitations ne réalisant que du gavage possèdent des caillebotis et n'ont donc pas à se soucier de la protection de la litière propre, ceux ayant un accès avec parcours extérieur ont un risque accru de contact avec la faune sauvage. Le numéro des lots est relevé afin de pouvoir assurer une traçabilité de la filière. Enfin on peut noter si l'éleveur réalise lui-même le transport d'animaux, le cas échéant le nom du prestataire de service.

Espèces détenues sur le site d'exploitation	Canards <input checked="" type="checkbox"/> Oies <input type="checkbox"/> Gallinacées <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>
Type(s) d'atelier(s)	Démarrage <input type="checkbox"/> PAG <input type="checkbox"/> Gavage <input checked="" type="checkbox"/> Élevage Canards maigres <input type="checkbox"/> Gibiers à plumes <input type="checkbox"/> Volaille de chair <input type="checkbox"/> Poules pondeuses <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/> (futurs reproducteurs, reproducteurs, couvoir...), indiquer le(s) type(s) d'atelier :
Numéros des INUAV inspectés	V040 xxx gavage V040 xxx gavage

Figure 18 : Informations recensées pour qualifier une exploitation (Inspections de biosécurité, 2017)

b. Zonages et flux d'activité

Il s'agit de vérifier le zonage physiquement présent sur l'exploitation. La séparation entre zone publique et zone professionnelle doit être réellement indiquée. Le public ne doit pas pouvoir se rendre physiquement en zone professionnelle : il faut pour cela que l'accès soit naturellement bloqué, par exemple par des haies ; sinon il faut installer des barrières, clôture, chainettes, etc... Les délimitations doivent être cohérentes et strictes. La Figure 19 résume les trois zones présentes dans une exploitation avec les accès autorisés pour chacune.



Figure 19 : Délimitation des zones de l'exploitation (Formation biosécurité, SNGTV, 2017)

Les consommateurs peuvent se rendre sur site lors de ventes directes à la ferme mais ne peuvent pas visiter la zone d'élevage. Les vétérinaires, eux, peuvent se rendre dans les différentes zones, mais le véhicule doit rester en zone publique ou doit passer sur l'aire de lavage. Une signalétique particulière telle que présentée en Figure 20 doit être affichée lors de risques sanitaires.



Figure 20 : Signalétique lors de risque sanitaire (Inspection de biosécurité, 2017)

Il faut que le plan de l'exploitation soit bien indiqué sur le site, afin que tous les véhicules sachent où ils peuvent aller. La Figure 21 montre un exemple de circulation : il est clairement indiqué où le véhicule doit aller et s'arrêter afin de respecter les zones. Ce plan est donc déterminant puisqu'il indique qui est habilité à passer, à quel endroit il faut stationner et nettoyer le véhicule, etc...



Figure 21 : Différenciation des zones d'exploitation pour les véhicules (Inspection de biosécurité, 2017)

L'éleveur doit être capable d'expliquer les trajets et le sens des mouvements. Le plan doit

permettre aux flux intrants et sortants de ne pas se croiser quand la situation l'exige. Le camion d'équarrissage notamment ne doit pas rentrer du tout sur le site d'exploitation. Il faut donc pouvoir mettre le bac d'équarrissage en bord de route et procéder à un nettoyage efficace et une désinfection complète à chaque utilisation.

Enfin il est nécessaire de posséder une aire stabilisée pour le nettoyage et la désinfection des véhicules qui rentrent en zone professionnelle. A minima, l'éleveur doit posséder un pulvérisateur avec solution désinfectante. Toutefois, d'un commun accord, le détenteur et le transporteur peuvent s'entendre sur l'utilisation de dispositifs de désinfection embarqués à bord du véhicule (DGAL, 2017).

c. Unité de Production (UP)

Dans un premier lieu, pour chaque UP, on vérifie si l'éleveur conduit en bande unique (nouvelle règle obligatoire depuis 2016), si les lots introduits sont de même stade physiologique et s'il n'y a pas de mélanges d'espèces entre palmipèdes et d'autres volailles. Dans le contexte d'espèce réservoir, il est primordial de vérifier les contacts entre les palmipèdes et les autres espèces détenues sur le site. On peut par exemple avoir un atelier de gavage et une basse-cour mais il faut absolument que les UP soient bien différenciées physiquement et qu'il n'y ait pas de contact, ce qui arrive notamment lorsque les volailles de basse-cour ne sont pas enfermées.

La présence d'un sas est obligatoire. Mais il est crucial de vérifier son utilité. En effet il doit tout d'abord être placé de manière à représenter une séparation zone sale/zone propre. Il doit donc être à l'entrée de l'UP, clos et contraignant, c'est-à-dire qu'on ne peut pas rentrer dans l'élevage sans passer par ce sas. La séparation entre les zones sales et propres doit être visible et pratique. L'outil le plus commun est l'installation d'un banc sur lequel l'éleveur peut s'asseoir, quitter sa tenue sale et se retourner pour entrer en zone propre. Il doit être conçu de manière à être facilement nettoyé, donc avec un sol lisse carrelé par exemple. Enfin il doit être aménagé avec un lavabo, du savon et de l'eau. Il est demandé de vérifier comment l'éleveur se sert du sas : un endroit trop propre ou trop sale peut indiquer une mauvaise utilisation de celui-ci. Enfin, cela permet de vérifier comment les procédures sont respectées lors de la présence d'équipes d'intervention : est-ce que l'éleveur évalue le comportement du personnel ? est-ce qu'il dispose de matériel jetable ? etc...

De la même manière le bâtiment doit être conçu pour être aisément nettoyable (Figure 22).

Tous les circuits d'aération, de refroidissement (en particulier dans la salle de gavage), d'abreuvement doivent être en bon état, accessibles et démontable. L'entretien des abords du bâtiment doit être régulièrement fait (Figure 23).



Figure 22: Bâtiment vide en cours de nettoyage (Inspections de biosécurité, 2017)

Figure 23 : Avant/Après d'un bâtiment en bon état et de l'entretien des abords de bâtiment (Inspections de biosécurité, 2017)



Enfin il est intéressant de répertorier si l'éleveur utilise bien du matériel dédié à chaque UP et le cas échéant si le nettoyage et la désinfection sont bien réalisés après chaque utilisation.

Concernant les parcours, il est évident que le nettoyage est difficilement réalisable. Ils doivent toutefois être entretenus (pas d'eau stagnante) et dégagés, sans stockage de matériel, avec des clôtures maintenant une séparation entre les UP. Les abris doivent pouvoir être simplement assainis (nettoyage et désinfection), de même pour les dispositifs d'abreuvement et d'alimentation présents à l'extérieur.

d. Protection vis-à-vis des autres animaux, de l'avifaune et des nuisibles

En zone d'élevage, seuls les chiens de travail sont autorisés.

Concernant l'avifaune sauvage, les dispositifs d'alimentation ou d'abreuvement doivent être protégés (pipette pour l'eau, mangeoire avec un toit, etc...). De même, les bâtiments doivent être protégés avec des filets ou des bâches de manière à empêcher l'entrée de faune sauvage. Dans les Landes, zone à risque majoré d'influenza aviaire, il est nécessaire d'avoir les moyens d'alimenter sa production à l'intérieur des bâtiments, entre la mi-novembre et la mi-janvier, dans des exploitations possédant plus de 3200 canards. Il faut, de plus, pouvoir confiner les animaux lors de passages en niveau de risque influenza élevé. Des dérogations sont possibles pour les élevages possédant le Label plein air.

Enfin, la lutte contre les nuisibles est primordiale car ils peuvent être vecteurs de manière dissimulée de pathogènes. Il faut rechercher la présence d'appâts, mais aussi le bon emplacement de ceux-ci, à l'intérieur et à l'extérieur, et près du stockage des aliments. Dans le volet documentaire, les factures d'appâts ou d'interventions de sociétés extérieures sont appréciées.

e. Nettoyage et désinfection

Les pratiques de nettoyage ont déjà été évaluées via le volet documentaire, mais il faut vérifier la présence de l'affichage du protocole, nécessaire à la bonne mise en place du nettoyage/désinfection sur place, en incluant les autocontrôles. L'efficacité du nettoyage est à prendre en compte, mais ne peut être effective que lorsque l'UP est en vide sanitaire. La

présence d'animaux empêche la vérification du protocole mais on peut toutefois noter l'état de propreté générale du bâtiment.

f. Flux intrants

L'aliment et la litière doivent pouvoir être stockés à l'abri. Si l'aliment est stocké en silo, il faut veiller à ce qu'il soit fermé sur le haut, ou alors protégé de l'avifaune. Il un simple filet ne suffit pas. Il convient de vérifier aussi les mélangeuses d'aliment si l'éleveur fabrique lui-même son mélange. Pour la litière, afin de la conserver à l'abri de l'humidité, une réserve est conseillée avec un filet pouvant faire office de protection contre la faune sauvage. En dernier recours, une bâche peut être employée à cette fin (Figure 24).



Figure 24 : Protection de la litière propre avec un filet à gauche, qui doit bien remonter jusqu'en haut, et par une bâche à droite (Inspection de biosécurité, 2017)

Il est important de relever les données de livraison des intrants, pour assurer la traçabilité des stocks, mais aussi pouvoir répertorier tous les mouvements de chaque acteur de la filière en cas de passage en zone à risque.

g. Flux sortants

Concernant les effluents, l'éleveur doit pourvoir à leur élimination. Il doit être capable d'expliquer la procédure de ramassage qu'il suit. Si les effluents sont récupérés par un autre éleveur, il doit avoir une traçabilité de ces transports et doit respecter le plan de biosécurité établi, avec notamment le transport couvert des matières. Le stockage doit être vérifié si c'est possible, la fosse peut être ouverte mais ne doit pas présenter d'écoulement. En terme d'assainissement naturel, il faut compter 60 jours pour les lisiers ou fientes, et 42 jours pour le fumier. L'éleveur doit pouvoir fournir la preuve de l'assainissement des effluents ou bien de l'enfouissement immédiat après épandage. Pour les cadavres, il en est de même : l'éleveur doit expliquer comment il réalise la sortie des cadavres de la zone d'élevage. Son raisonnement doit suivre le plan de biosécurité établi et la mortalité enregistrée doit correspondre avec les bons d'enlèvement des cadavres. La surveillance est quotidienne dans chacun des bâtiments et des parcours afin de vérifier l'état de santé des volailles et d'évacuer les éventuels cadavres. Les cadavres sont collectés quotidiennement et conservés dans un équipement adapté (température négative dès lors que l'enlèvement est différé au-delà de 48 heures). Ils doivent ensuite être transférés la veille ou le jour du passage du camion d'enlèvement dans un bac d'équarrissage. Ce bac est fermé, ne contient que des cadavres et est séparé des animaux vivants, de leurs aliments et litières. Il doit être placé sur une aire stabilisée (pour éviter qu'il ne tombe) et facilement accessible pour le ramassage, sans avoir besoin de rentrer dans l'exploitation. Sur la Figure 25, le bac n'est pas situé à la bonne place. Il faut qu'il soit en dehors du site d'exploitation afin que le service de ramassage des cadavres n'ait pas à rentrer sur le site d'élevage.

Figure 25: Bac d'équarrissage déposé à la limite du site d'exploitation en vue du ramassage (Inspections de biosécurité, 2017)



3 Les inspections

Lors des épizooties, les inspections ont eu lieu pour évaluer le respect des mesures de biosécurité dans l'optique de diminuer la pression sanitaire pour le virus influenza.

Un vadémécum pour la réalisation des inspections a été établi afin d'uniformiser le contrôle. La première formulation des grilles d'inspection donnée par la DGAL (DGAL/SDSPA/2017-90616/11/2017) a été améliorée par le vadémécum, l'Annexe 2 résume les explications utilisées lors des inspections de biosécurité. Le vadémécum explicite chaque exigence de la grille d'inspection en précisant les attendus pour chaque point de contrôle. Le but de ce document est d'aider à interpréter la conformité d'une disposition réglementaire élémentaire appelée « item » afin d'harmoniser l'évaluation de conformité entre les différents inspecteurs et d'aider à l'interprétation et à l'évaluation d'une disposition réglementaire par un nouvel agent ou par un inspecteur n'ayant pas d'expérience dans le domaine réglementaire considéré.

Si des non-conformités sont constatées, la sanction n'est pas définitive : Arrêté Préfectoral de Mise sous Surveillance (APMS) lors de non-conformités majeures dans un premier temps. L'élevage est mis en demeure et les mouvements d'animaux sont interdits. Des instructions, par ordre de priorité, sont données pour les améliorations à effectuer : on laisse le soin à l'éleveur de prouver qu'il s'est mis aux normes (photos avant/après, contrat de dératisation, etc...). Des dérogations sont accordées pour les travaux qui demandent du temps, pour les exploitations en reconversion, pour certains labels.

De manière générale, lors de APMS, l'élevage sera inspecté à nouveau avec levée ou non de la mise en demeure. L'essentiel n'est pas d'être parfaitement aux normes, puisque certaines non conformités mineures ne sont pas sanctionnées, mais de conduire son exploitation en respectant les grands principes de biosécurité, en fonction des risques associés à son élevage.

Partie II : Etude des inspections officielles réalisées dans le département des Landes

L'objectif de ce travail est de dresser un état des lieux des mesures de biosécurité en élevage avicole et plus spécifiquement dans le département des Landes.

Ensuite, nous allons chercher à identifier des facteurs de risques concernant le statut foyer influenza aviaire de l'élevage. Le but est de révéler les éventuels leviers d'action afin d'améliorer ou de renforcer, dans la mesure du possible, le plan de biosécurité en élevage avicole.

L'analyse des données a été conduite en trois phases : une analyse descriptive dans un premier temps, puis une analyse univariée des différents facteurs suivie d'une analyse multivariée.

I - Matériel et méthode

1 Définition de la population source et échantillonnage

L'unité épidémiologique choisie correspond à un élevage avicole : il peut concerner des palmipèdes gras (canards ou oies), des gallinacés (majoritairement du poulet mais aussi des pintades) ou encore des pigeons. S'il est composé de plusieurs espèces sur un même questionnaire, il sera considéré comme un élevage mixte. Plusieurs lots d'animaux peuvent être présents sur l'élevage, mais celui-ci est comptabilisé dans sa globalité comme une unité.

1.1 Collecte des données

1.2.1 Récupération des données et extraction

Les dossiers contenant les rapports de biosécurité ont été collectés directement auprès de la DDPP des Landes fin mai 2018. Au total, cinq cent deux dossiers nous ont été transmis, correspondant aux inspections biosécurité effectuées en conséquence des crises d'influenza aviaire des hivers de 2015 à 2017..

Chaque dossier représente un élevage, avec différents sous-dossiers qui contiennent les informations générales, les données relatives à la définition du statut concernant le virus

influenza et les données de biosécurité. C'est dans ce dernier sous-dossier qu'on trouve un ou plusieurs fichiers Excel correspondant aux inspections en tant que telles.

Afin de comprendre les questionnaires, nous avons travaillé avec le personnel de la DDPP, notamment un des vétérinaires qui avait réalisé les inspections afin de comprendre la signification de chaque question. Sans avoir réalisé d'inspection, nous étions donc en mesure de comprendre globalement l'enjeu de chaque question, ses contraintes et ses tolérances.

1.2.2 Saisie des données

Afin d'analyser ces dossiers, il a été nécessaire de retranscrire chaque questionnaire de biosécurité Excel via un formulaire en ligne (logiciel Sphinx). Ce travail a été réalisé par plusieurs étudiantes vétérinaires : en effet, deux études concernant les données de biosécurité étant en cours, les travaux de saisie manuelle ont été réalisés de manière commune.

L'ensemble des questionnaires a été saisi sur la base d'un seul formulaire, parfaitement adapté pour le questionnaire 1 mais moins bien adapté pour le questionnaire 2. Plusieurs cas se sont donc présentés suite à la saisie des données et sont expliqués dans les paragraphes suivants.

Dans un premier temps, il y a eu de la perte d'informations car des questions présentes sur le questionnaire 2 n'ont pas été saisies (faute de formulaire Sphinx adapté). A contrario, il y a eu quelques ajouts d'informations sur des questions présentes uniquement sur le questionnaire 1 et donc qui étaient présentes dans notre fichier Excel final. Par exemple la question 1.5 « Certificat de formation en biosécurité du détenteur et du personnel » a été conservée telle quelle car elles étaient identiques dans les deux questionnaires. En revanche, on a ajouté de l'information vis-à-vis de la question 1.6 « Connaissance des critères d'alerte du vétérinaire » qui n'était pas présente sur le questionnaire 2 et qui prenait en compte les connaissances de la part des éleveurs. Cette variable a donc été saisie dans le formulaire mais ne représentait que 126 valeurs sur les quelques 502 dossiers reçus. De la même manière, la question « Aire de stationnement pour les visiteurs (en zone publique) » ne correspondait pas sur les deux questionnaires : elle n'était présente que dans le

questionnaire 2. Cette information n'a donc pas pu être saisie car aucune correspondance dans le formulaire n'était présente.

On retrouvait ensuite diverses variations de questions uniques dans le questionnaire 1 qui étaient détaillées dans le questionnaire 2 : par exemple la question 1 dans le questionnaire 1 « Existence d'un plan de biosécurité adapté à l'exploitation » correspondait à l'ensemble des 2 premières questions du questionnaire 2 « Existence d'un plan de biosécurité » et « Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation » (Figure 26).

VOLET 1 : CONTRÔLE DOCUMENTAIRE			VOLET 1 : CONTRÔLE DOCUMENTAIRE		
1/ Documentation du plan de biosécurité	Commentaires	Note	V1 - Documentation du plan de biosécurité	Commentaires	Note
1.1 Existence d'un plan de biosécurité <u>adapté</u> à l'exploitation		A	V1 1 - Existence d'un plan de biosécurité :		A
			V1 2 - Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation		A

Figure 26 : Exemple de variation, questionnaire 1 à gauche et questionnaire 2 à droite (Inspections de biosécurité, 2017)

Pour les questions comme celles-ci, si les notes étaient différentes, la plus mauvaise note des deux a été conservée et saisie dans le formulaire.

Comme indiqué précédemment, certaines variables présentaient une information qui se répétait en raison de formulations différant entre les deux questionnaires utilisés.

Pour pallier ce problème, des variables composites ont été créées de manière à réunir l'information et à ne garder que la plus mauvaise note attribuée. Ceci concernait notamment la conception et l'utilisation du sas, la facilité du nettoyage des bâtiments et les abords de celui-ci ainsi que l'entretien du parcours et la facilité du nettoyage des abris extérieurs. Les variables initialement présentes dans la base de données n'ont plus été utilisées après la conception des nouvelles variables composites.

1.2.3 Nettoyage des données et homogénéisation

Dans cette étude, chaque question (qui correspondait à nos variables) était notée en A (qui correspondait à un critère conforme), B, C ou D par ordre croissant de non-conformité.

Dans un premier temps, nous avons gardé toutes les données afin d'établir le pourcentage de A et de D pour chaque item, qui représentaient les notes les plus extrêmes et donc intéressantes. Dans un deuxième temps, pour l'analyse des facteurs de risques, ces notes

ont été regroupées en A pour les élevages conformes, et en non-conformes (regroupant les notes B, C et D).

Nous avons regroupé les catégories d'espèces en trois : soit des élevages uniquement de palmipèdes, soit uniquement de gallinacés (regroupant aussi les pigeons puisque que cela correspondait à des élevages de chair, où seuls des pigeons étaient présents dans l'exploitation) ou enfin les élevages mixtes avec présence de canards ou d'oies et de gallinacés sur le même site.

Nous avons ensuite regroupé et mixé en quatre catégories les informations concernant les espèces et le type d'atelier pour les modèles de régression linéaire. Les « poulet seul » étaient les élevages avec uniquement des gallinacés. Les élevages étaient ensuite regroupés en éleveurs, en éleveurs/gaveurs, ou en gaveurs seuls, sans répartition vis-à-vis de l'espèce.

1.2.4 Analyse du statut vis-à-vis de l'influenza aviaire hautement pathogène

A la suite de la surveillance événementielle, des enquêtes épidémiologiques ou des contrôles avant les mouvements d'oiseaux, des analyses PCR (recherche ARN viral H5) ont été réalisées à partir d'écouvillons cloacaux ou oro-pharyngés. Un élevage était donc considéré comme foyer lorsque cela était indiqué dans son dossier par la DDPP. Nous n'avons en revanche pas pu obtenir d'informations précises sur la date de détection des foyers (informations qui n'étaient pas répertoriées dans les données transmises). La variable « foyer » a dû aussi être harmonisée, « F » signifiant que l'élevage a été déclaré foyer (hautement pathogène), « N » signifiant qu'il n'était pas foyer.

2 Analyses statistiques

2.1 Analyses descriptives

Notre base de données a fait l'objet d'une analyse statistique réalisée avec le logiciel RStudio.

Nous avons donc étudié, pour chaque item, ceux où le pourcentage de A était supérieur à 90%, correspondant à des mesures bien respectées, et ceux où le pourcentage de A était

inférieur à 65%, représentant les mesures les plus difficiles à maîtriser. Nous avons répertorié les commentaires concernant la note D. En effet, c'est la note la plus basse, il est donc intéressant de comprendre ce qui a été vu dans les élevages qui peut expliquer ce type de sanction.

Une comparaison a ensuite été dressée entre les différents types d'élevage, ceux n'élevant que des palmipèdes, que des poules ou des élevages mixtes. Des tests de Fisher ou de χ^2 (selon si on a des valeurs inférieures à cinq) ont été utilisés afin de voir si le type d'espèces présentes sur le site a une influence sur les différents items.

Une attention particulière a été portée sur les élevages ayant fait l'objet de plusieurs visites ; ces élevages ont été identifiés sur la base de la variable « Siret ».

2.2 Analyses des facteurs de risques

2.2.1 Analyse univariée

Six variables ont été écartées de l'analyse car elles comportaient trop de valeurs PO ou NA. (Accès pour le nettoyage/désinfection, absence d'animaux domestiques, protection des bâtiments, évaluation du nettoyage/désinfection et efficacité du nettoyage/désinfection). Trois variables en lien avec le type de production comportaient énormément de SO. Ces variables concernaient les parcours (entretien et clôture) qui n'ont pas lieu d'être dans les élevages de gavage spécialisés, de même que la variable concernant le stockage de litière puisque le gavage pur ne requiert que des caillebotis.

Un modèle de régression logistique a donc été établi, afin d'étudier la relation entre les différentes mesures de biosécurité X_k et la variable réponse Y, ici le statut foyer de l'élevage (variable binaire, oui/non). Ce modèle est défini par l'équation suivante :

$$Y = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 \times X_1 + \beta_2 \times X_2 + \dots + \beta_k \times X_k + \varepsilon$$

p : probabilité que le statut de l'élevage soit positif pour l'influenza aviaire

β_0 : intercept (valeur prise par Y lorsque toutes les variables sont nulles)

β_k : coefficient de régression de la variable X_k

ε : résidus

Un tel modèle permet d'estimer l'effet de chaque variable X_k sur Y . Le signe de coefficient β_k donne le sens de l'effet de X_k sur Y , tandis que sa valeur donne l'ampleur de cet effet. Il représente donc l'accroissement du risque que l'élevage soit foyer en échelle logit lorsque X_k augmente.

Une autre façon d'exprimer l'effet de X_k sur Y est de convertir β_k en odds-ratio au moyen de la formule suivante :

$$e^{\beta_k} = OR_k$$

Pour une enquête cas-témoins, l'odds-ratio correspond au rapport de la cote d'exposition chez les foyers sur la cote d'exposition chez les non-foyers. Il s'interprète comme le facteur multiplicatif du risque quand X_k augmente.

L'objectif second des analyses univariées est de diminuer le nombre de variables à inclure dans l'analyse multivariée en identifiant celles pour lesquelles une association avec la variable réponse est significative. A l'issue de cette étape, l'effet de X_k sur Y a été jugé significatif si la p-value associée au modèle est inférieure ou égale à 0,20.

2.2.2 Analyses multivariées

A l'issue de la première analyse, seules les variables explicatives dont le test était associé à une p-value inférieure ou égale à 0,2 ont été conservées pour l'analyse multivariée. Il a ensuite fallu vérifier l'absence de colinéarité entre ces différentes variables explicatives sélectionnées à l'aide de la fonction « *vif* » qui vérifie si les variables ne sont pas trop corrélées entre elles. On considère que deux variables sont trop corrélées si l'indice retrouvé est supérieur à dix, avec des valeurs pouvant aller jusqu'à 100. Dans notre modèle, pour chaque variable, on avait un indice avoisinant la valeur un, donc on a pu appliquer notre modèle.

La variable associée à la p-value la plus basse dans l'analyse univariée a été conservée pour l'analyse multivariée.

Pour obtenir le modèle minimal adéquat vis-à-vis du statut foyer, une démarche descendante a ensuite été utilisée. Des variables explicatives ont été progressivement retirées du modèle, soit parce qu'elles étaient en corrélation avec d'autres variables du modèle, soit parce que leur effet n'est plus significatif (p-value > 0,05).

A chaque étape de la démarche, la performance du nouveau modèle par rapport au précédent est évaluée avec la valeur d'Akaike (AIC) qui correspond à :

$$AIC = -2 * \log(L) + 2p$$

P : nombre de paramètres du modèle

L : vraisemblance du modèle

Le modèle retenu est celui qui a l'AIC le plus petit possible, avec l'ajustement le plus équilibré possible entre les données et l'adéquation du modèle.

II - Résultats

1 Caractérisation des élevages inspectés

1.1 Proportion d'élevages et de questionnaires saisis

Sur 502 au départ, 420 élevages ont été saisis (Figure 27). Les élevages qui n'ont pas été saisis avaient un fichier manquant dans leur dossier ou un dossier entièrement vide.

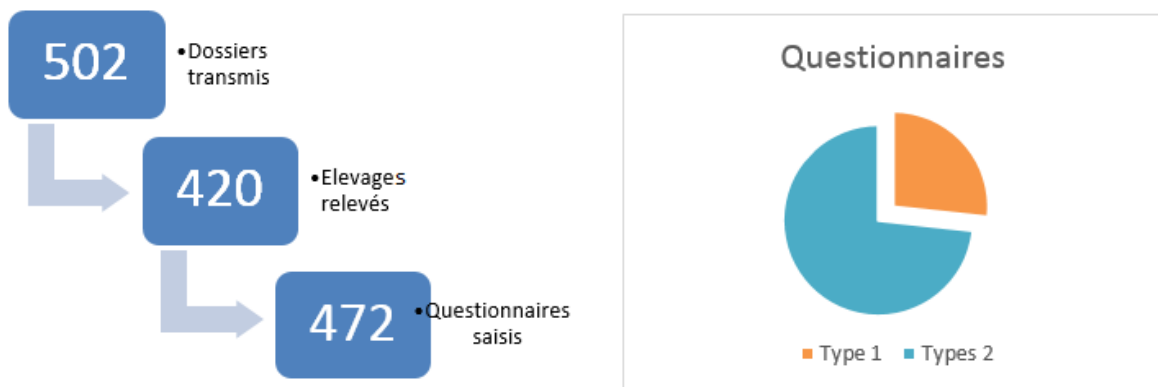


Figure 27 : Proportion des différents types de questionnaires sur les 472 saisis au total

On remarque que, sur les 472 questionnaires recueillis, 126 correspondaient au type 1 et étaient donc parfaitement saisis et 346 correspondaient au type 2.

Le nombre de questionnaires saisis étant plus important que le nombre d'élevages, cela nous indique qu'il y a eu plusieurs questionnaires remplis par élevage pour certaines exploitations.

1.2 Modèles d'élevages : espèces, atelier et localisations

Il y a, sur 472, soit le nombre total de visites, 372 visites ne concernant que des palmipèdes (canards et/ou oies), 61 visites ne concernant que des gallinacés ou des pigeons (les deux élevages de pigeons ne produisant que du pigeon) et 39 visites mixtes avec la présence de palmipèdes et de gallinacés sur l'exploitation (Figure 28).

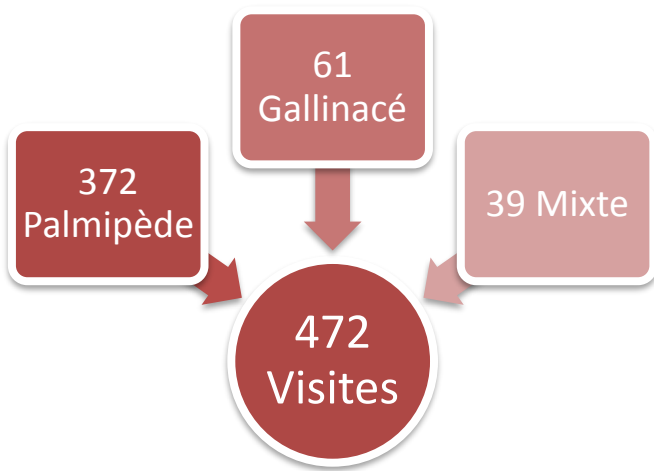


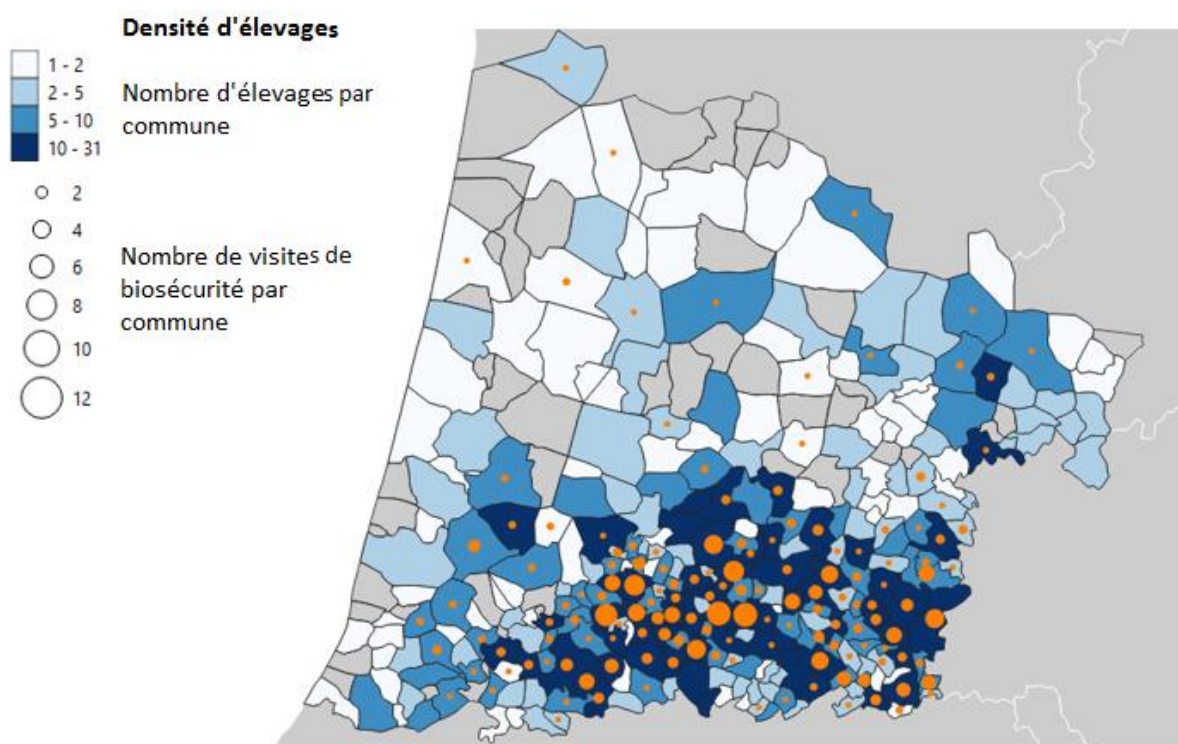
Figure 28 : Répartition des différentes espèces parmi les exploitations inspectées

Parmi ces visites, la répartition selon le type de production est la suivante : 128 éleveurs, 173 éleveurs/gaveurs, 113 gaveurs spécialisés et 57 sans activité qui concerne les canards (production de volailles de chair).

La répartition des visites d'inspections de biosécurité sur une carte est visible sur la Figure 29. On constate que les visites sont concentrées sur certaines communes, correspondant à celles qui ont la densité d'élevage avicole la plus forte.

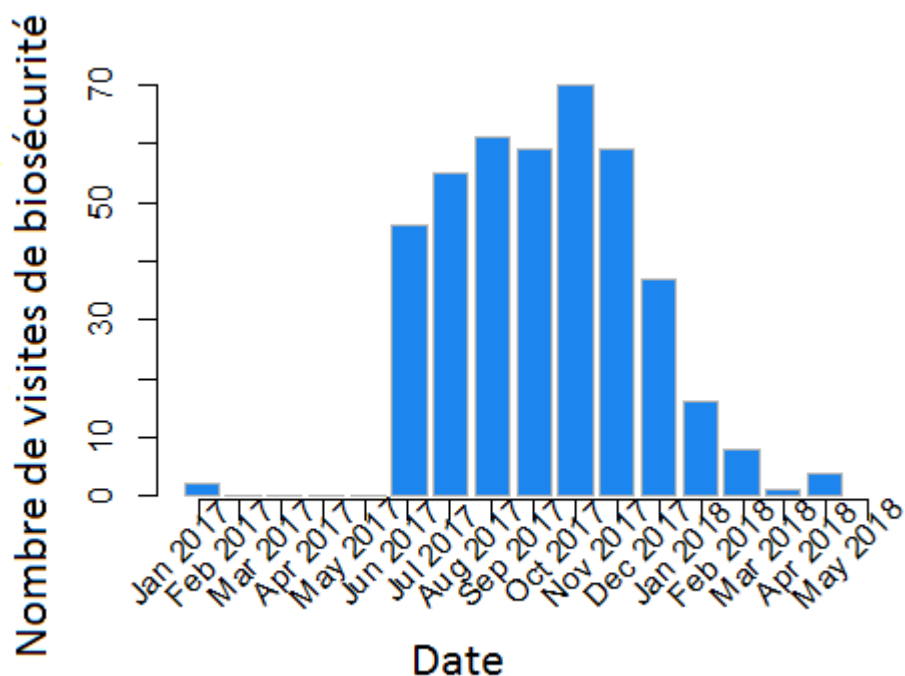
Le ciblage par la DDPP des élevages à inspecter prend en compte plusieurs critères. Dans un premier temps tous les élevages recensés par la DDPP comme foyers ont été inspectés. Concernant les élevages non foyers, ceux ayant eu une visite de biosécurité insatisfaisante au cours de l'année 2015-2016 ont été visités en priorité. Ensuite, la sélection se veut aléatoire, en ayant pour objectif fixé par le Ministère, d'avoir réalisé des inspections chez tous les détenteurs de volailles dans les 3 ans qui ont suivi la mise en place de l'arrêté de biosécurité du 8 février 2016. Mais, pour des raisons financières et d'emploi du temps, les inspections ont été si possible regroupées géographiquement pour pouvoir être effectuées dans la même journée.

Figure 29 : Densité d'élevages et répartition des visites dans le département des Landes lors des visites de biosécurité de 2017



1.2 Répartition chronologique des visites

Les visites de biosécurité concernant l'étude ont commencé en janvier 2017 (deux inspections). La majorité des visites ont été réalisées entre juin 2017 et mai 2018 (Figure



30).

Figure 30: Répartition des dates de première visite de biosécurité

On note un maximum de visites de biosécurité au mois d'octobre de l'année 2017 avec 71 visites. On remarque qu'il y a eu une période de juin 2017 à décembre 2017 où de nombreuses visites ont été effectuées, avec une moyenne de 61 visites par mois. Puis cela a diminué et est passé très rapidement à moins de dix visites par mois en trois mois.

1.3 Proportion de foyer / non foyer

A partir de la base de données ne prenant en compte que les premières ou uniques visites de chaque élevage,

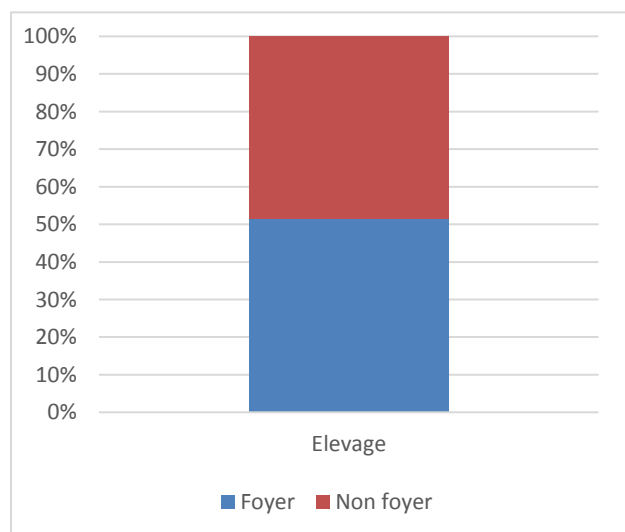


Figure 31 : Proportion d'élevages foyer et non-foyer

on comptabilise 208 élevages non foyer et 220 foyer pour l'année 2016/2017 (Figure 31).

On recense ensuite quelques cas isolés :

- 5 élevages foyer en 2015/2016
- 6 élevages foyer en 2015/2016 et aussi foyer en 2016/2017
- 3 élevages foyer en 2015/2016 puis déclarés non foyer en 2016/2017
- 1 élevage foyer en 2016/2017 et aussi foyer en 2017/2018
- 1 élevage foyer en 2016/2017 et en 2018.

2 Description des pratiques de biosécurité

2.1 Etat des lieux lors d'une visite unique

Volet documentaire :

Tableau 2 : Pourcentage de A par variable concernant l'aspect documentaire et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Plan de biosécurité	85.71	95.39	81.58	56	347	38	0.0005098
Éléments du plan de biosécurité	70.83	77.30	62.50	48	326	32	0.1325
Protocole de N/D + autocontrôle	61.82	78.13	69.23	55	343	39	0.02209
Protocole de lutte contre nuisibles	71.43	86.74	78.38	56	347	37	0.008919
Respect du vide sanitaire	100.00	95.88	89.74	54	340	39	0.04877
Registre de tous les mouvements	82.14	89.77	94.74	56	342	38	0.1459
Certificat formation biosécurité	98.00	93.51	91.89	50	339	37	0.4501

Dans le Tableau 2, les variables concernant le plan de biosécurité, le respect des vides sanitaires, le registre des mouvements et la certification en biosécurité sont de manière globale très bien respectés, le pourcentage de A étant supérieur à 80%. On note une différence significative entre les élevages selon le type d'espèces présentes sur le site pour le plan de biosécurité, le plan de lutte contre les nuisibles et le respect des vides sanitaires : les élevages possédant des palmipèdes uniquement, ou des gallinacés uniquement respectent mieux ces mesures que les élevages mixtes.

En revanche, les variables concernant les éléments du plan de biosécurité (A entre 62% et 77%) et le protocole de nettoyage désinfection avec ses autocontrôles (A entre 61% et 78%) sont difficiles à respecter et ce pour les trois types d'élevages, avec une différence significative entre eux.

Variables liées à la compartimentation au sein de l'élevage :

Tableau 3: Pourcentage de A par variable concernant la compartimentation de l'élevage et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Délimitation/Définition zones	66.07	81.21	66.67	56	346	39	0.008039
Plan de circulation	91.07	93.91	84.62	56	345	39	0.0929
Gestion des flux	92.73	97.40	94.87	55	346	39	0.1012
Nettoyage/D des véhicules	83.93	87.83	92.11	56	345	38	0.4899
Délimitation/Définition UP	98.11	97.12	97.30	53	347	37	0.9182

Dans cette catégorie, on remarque (Tableau 3) que les élevages obtiennent de manière générale de très bonnes notes. Le pourcentage de A est supérieur à 80%, sauf pour la variable concernant la délimitation et la définition des différentes zones sur le site, avec une différence significative pour les élevages possédant des gallinacés ou les élevages mixtes qui arrivent seulement à 66% de A.

Variables concernant la conduite en bande unique :

Tableau 4 : Pourcentage de A selon la conduite en bande unique et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
BU introduction même période	100.00	98.84	100.00	55	345	39	0.577
BU mélange des espèces	98.00	99.42	100.00	50	342	39	0.4574

La conduite en bande unique est très bien respectée, avec des taux de A allant jusqu'à 100% (Tableau 4).

Variable sur le sas :

Tableau 5 : Pourcentage de A pour la variable du sas et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Conception et utilisation SAS	76.79	72.13	71.79	56	348	39	0.7796

Le sas, autant dans sa conception que son utilisation, semble poser plus de difficultés, puisque, pour chaque type d'élevages, les notes restent moyennes, de 71% à 76% de A au maximum (Tableau 5).

Variable concernant les bâtiments et les parcours :

Tableau 6 : Pourcentage de A pour les variables des bâtiments/parcours et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Abord des bâtiments	92.00	90.75	81.58	50	335	38	0.1788
Accessibilité pour le N/D	100.00	97.17	100.00	45	318	33	0.3232
N/D du matériel	100.00	100.00	100.00	54	337	38	
N/D des abris sur parcours	94.12	93.57	93.94	51	249	33	0.9876
Entretien des clôtures	95.00	98.78	87.10	40	246	31	0.000747

On constate de très bonnes notes pour ces variables qui sont quasiment toutes supérieures à 90% (Tableau 6), quel que soit le type d'exploitation.

Il faut noter en revanche que le nombre total d'élevages est bien moindre dans ces variables-ci que pour celles précédemment rencontrées, notamment pour le nettoyage/désinfection des parcours ainsi que l'entretien de clôtures où il est de moins de 250 élevages chez les palmipèdes pour un nombre d'élevages initial à N=347. Ces résultats sont donc à interpréter avec précaution. Ce nombre limité d'élevages est dû au fait que, parmi les élevages de palmipèdes, ceux ne réalisant que du gavage sont dépourvus de parcours.

Variables sur la protection des différentes ressources :

Tableau 7: Pourcentage de A pour les variables de protection des ressources et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Protection des aliments	100.00	91.08	92.11	54	314	38	0.07431
Protection des bâtiments	90.74	62.11	67.57	54	322	37	5.7e-05
Stockage des aliments	96.30	89.28	97.30	54	345	37	0.1219
Stockage litière propre	52.00	59.75	46.88	50	236	32	0.2765

A nouveau pour les variables ci-dessous (Tableau 7), on note un nombre total d'élevages plus limité dans les élevages de palmipèdes seuls, l'interprétation est donc à établir avec une réserve.

Il se dégage toutefois une tendance à la protection de l'aliment qui est facile lors du stockage (89% à 97% de A) mais aussi lors de la distribution (91% à 100% de A).

La protection des bâtiments reste limitée, puisqu'elle est significativement satisfaisante, 90% de A, mais uniquement dans les élevages de gallinacés, et reste majoritairement basse dans les autres élevages, entre 62% et 67%.

Le stockage de la litière est de la même manière une mesure difficile à respecter puisque tous les types d'élevages ont des notes peu élevées, de 46% seulement à 59% de A.

Variables concernant l'hygiène des bâtiments :

Tableau 8 : Pourcentage de A pour les variables de l'hygiène des bâtiments et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Absence d'animaux domestique	95.56	96.75	94.44	45	308	36	0.7408
Présence d'appât contre nuisibles	95.24	95.13	87.50	42	308	32	0.1923
Protocole de N/D + autocontrôle	75.00	85.14	74.19	44	296	31	0.09692
Efficacité du Nettoyage/D	100.00	95.61	100.00	25	228	16	0.7882

De manière générale, l'hygiène interne du bâtiment est bien respectée (Tableau 8), la lutte contre les nuisibles est bien effectuée (87% à 95% de A) et l'efficacité constatée du

nettoyage est bonne (95% à 100% de A). Le protocole de nettoyage et ses autocontrôles sont quant à eux légèrement moins bien respectés, de 74% à 85% de A.

Cependant, de nombreux élevages sont à nouveau absents dans cette analyse à cause de nombreuses valeurs manquantes, l'impression du bon respect de ces mesures de biosécurité est donc à relativiser.

Variables concernant l'élimination des matières sortants.

	Gallinacés	Palmipèdes	Mixtes	N-Galli	N-Palmi	N-Mix	p-value
Stockage lisier	100.00	98.84	97.37	56	344	38	0.4585
Traitement lisier	100.00	99.70	97.30	56	331	37	0.1843
Conservation cadavres	90.74	89.97	94.74	54	339	38	0.6356
Elimination autres sous-produits	50.00	81.40	66.67	2	43	9	0.2908

Tableau 9: Pourcentage de A pour les variables des matières sortant de l'exploitation et selon l'espèce présente sur le site d'exploitation (N total : 56 pour les galliformes, 347 pour les palmipèdes, 39 pour les élevages mixtes)

Enfin, à part l'élimination des sous-produits d'animaux, le traitement, le stockage des déchets et leur élimination sont des mesures de biosécurité relativement bien honorées, entre 89% et 100% de A.

L'élimination des sous-produits d'animaux est compliquée à respecter, mais c'est une valeur peu représentative puisque finalement seulement 54 élevages ont eu des données exploitables pour cet item (

Tableau 9).

2.2 Evolution des notes entre la première et la seconde visite

Sur les 28 élevages visités deux fois (avec la même espèce présente sur le site et le même type de production), dix secondes visites ont eu lieu en 2017 et 18 en 2018. Le minimum était de deux mois d'écart entre les visites et au maximum sept mois d'écart, avec une moyenne de quatre mois d'écart entre les visites. Les élevages visités plusieurs fois ne sont pas reliés au statut influenza puisque sur les 28, 14 étaient non foyer et 14 étaient foyer : ils

correspondaient aux élevages mis en demeure suite à une visite de biosécurité insatisfaisante.

En comparant l'évolution du pourcentage de A et celle du pourcentage de D entre les deux visites pour les élevages qui rentraient dans les conditions (visites à des dates différentes, avec mêmes espèces présentes sur le site et même type d'atelier), on obtient les résultats présentés en Annexe 3. On observe une large amélioration des notes A (24 mesures de biosécurité). Pour les notes D, il y a une amélioration positive (donc une diminution du nombre de note D) pour 22 variables.

Sur le Tableau 10 sont présentées les améliorations les plus marquées. On constate que le pourcentage de A dépasse même les 90% à la seconde visite pour les variables « Registre des mouvements » et « Protection des aliments ». Le sas est une variable où il est difficile d'atteindre un taux de pourcentage de A satisfaisant, on reste à 64% à la seconde visite. En revanche il y a une bonne amélioration puisque le pourcentage de note D passe de 71% à 14%.

Tableau 10: Evaluation de l'amélioration des notes lorsque les élevages ont été revisités (N=28 élevages) (P=évolution positive)

	%A à la visite	%A à la visite 2	Evolution	%D à la visite 1	%D à la visite 2	Evolution
Elément du plan	37,04	79,17	P	29,63	8,33	P
Protocole de N/D + autocontrôle	39,29	85,19	P	14,29	3,70	P
Protocole de lutte contre nuisible	50,00	85,19	P	32,14	7,41	P
Registre de tous les mouvements	62,96	92,59	P	22,22	7,41	P
Délimitation/Définition zones	39,29	75,00	P	17,86	10,71	P
Nettoyage/D des véhicules	67,86	92,31	P	7,14	3,85	P
Conception et utilisation SAS	21,43	64,29	P	71,43	14,29	P
Protection des aliments	73,08	96,15	P	26,92	3,85	P
Protection des bâtiments	50,00	70,37	P	34,62	14,81	P
Protocole de N/D + autocontrôle terrain	45,83	81,48	P	12,50	3,70	P
Stockage litière propre	34,62	80,95	P	23,08	0,00	P

3 Pratiques de biosécurité et statut influenza

3.1 Analyses univariées

Sept variables ont été retirées de l'analyse car il y avait trop de données manquantes pour qu'elles puissent rentrer dans le modèle :

- les abords des bâtiments
- l'accessibilité pour le nettoyage et la désinfection à l'intérieur des bâtiments
- l'absence d'animaux domestiques
- la protection des bâtiments
- la présence d'appâts contre les nuisibles
- le protocole de nettoyage et désinfection et les autocontrôles
- l'efficacité du nettoyage et de la désinfection

De la même manière, l'atelier de gavage n'engendrant pas de questions vis-à-vis des parcours et de la litière, trois variables ont été écartées de ce modèle :

- le nettoyage et la désinfection des abris présents sur le parcours
- l'entretien des clôtures
- le stockage de la litière propre

Enfin deux variables étaient trop uniformes, c'est-à-dire qu'il y avait trop de notes A pour être interprétables : le nettoyage/désinfection du matériel et le traitement des lisiers.

Les résultats pour l'ensemble des 32 variables sont visibles sur le Tableau 11.

	Odds-ratio	I. C.	P-value
Plan de biosécurité	0,74		0.64
Élément du plan	2,43	[1,37 - 4,29]	0.002
Protocole de N/D + autocontrôle	0,68	[0,39- 1,18]	0.17
Protocole de lutte contre nuisible	0,83		0.60
Respect du vide sanitaire	0,52		0.28
Registre de tous les mouvements	0,63		0.22
Certificat formation biosécurité	0,52	[0,23 - 1,17]	0.11
Délimitation/Définition zones	2,09	[1,14 - 3,84]	0.01
Plan de circulation	2,53	[0,81 - 7,89]	0.10
Gestion des flux	1,89		0.44
Nettoyage/D des véhicules	1,43		0.31
Délimitation/Définition UP	4,61	[0,55 - 38,35]	0.15
BU introduction même période	1607193,42		0.98
BU Mélange des espèces	0		0.97
Conception et utilisation SAS	1,18		0.51
Abord des bâtiments	Trop PO/SO		
Accessibilité pour le N/D	Trop PO/SO		
N/D du matériel	Que des A		
N/D des abris sur parcours	Dépendant atelier gavage		
Entretien des clôtures	Dépendant atelier gavage		
Absence d'animaux domestique	Trop PO/SO		
Protection des aliments	0,74		0.58
Protection des bâtiments	Trop PO/SO		
Présence d'appât contre nuisibles	Trop PO/SO		
Protocole de N/D + autocontrôle	Trop PO/SO		
Efficacité du N/D	Trop PO/SO		
Stockage des aliments	0,8		0.56
Stockage litière propre	Dépendant atelier gavage		
Stockage lisier	0,24		0.22
Traitement lisier	Que des A		
Conservation cadavre	0,51	[0,22 - 1,17]	0.11
Elimination autre sous-produits	Trop PO/SO		

Tableau 11 : Résultats de l'analyse univariée pour toutes les variables

On retrouve donc les éléments du plan de biosécurité, la définition/délimitation de zones de l'exploitation, le plan de circulation et la définition/délimitation des UP qui semblent être des facteurs de risques. Le protocole de nettoyage, la certification en biosécurité et la conservation des cadavres semblent être au contraire des facteurs protecteurs vis-à-vis du statut influenza de l'élevage.

3.2 Analyses multivariées

Le modèle minimal adéquat a été réalisé manuellement et contenait trois variables (Tableau 12). L'AIC entre les différents modèles a cependant peu varié, même en prenant uniquement les variables avec une valeur significative. L'AIC du modèle final ajusté était de 444,79.

	OR	I.C [OR]	P-value
Elément du plan	2,33	[4,38-1,24]	0.007
Délimitation/Définition zones	1,89	[3,80-0,95]	0.07
Conservation cadavre	0,31	[0,78-0,12]	0.01

Tableau 12 : Trois variables corrélées au statut foyer influenza aviaire des élevages

L'analyse multivariée met en évidence le rôle clé de trois variables sur le statut foyer influenza des élevages. Les élevages présentant un plan non-conforme et une non-conformité dans la délimitation des zones sont associés à une augmentation significative du risque d'influenza hautement pathogène (OR = 2.33 et OR = 1.89 respectivement). A l'inverse, l'existence de non-conformité dans le mode de conservation des cadavres semble au contraire avoir une influence positive sur le statut foyer influenza aviaire des élevages et est associée à une moindre probabilité d'occurrence des foyers.

III - Discussion :

1 Limites Méthodologiques de l'utilisation des enquêtes réalisées par la DDPP comme source d'information sur les mesures de biosécurité appliquées en élevage avicole.

1.1 Représentativité de l'échantillon

Notre base de données s'appuie sur les inspections de biosécurité réalisées par la DDPP dans le contexte des crises d'influenza aviaire de 2015 et 2016. La sélection des élevages n'étant pas aléatoire, la représentativité de notre échantillon est donc discutable. Le biais potentiel engendré par cette sélection est d'avoir une sur-représentation des élevages à risque. On sait que les inspections étaient en premier lieu réalisées chez les élevages répertoriés comme foyer. Ensuite, parmi les non-foyer, les visites se déroulaient chez les éleveurs ayant eu une visite insatisfaisante lors des premières visites en 2016, puis chez les éleveurs connus des services de la DDPP pour leur gestion d'élevage discutable et enfin les élevages restant étaient choisis aléatoirement. Mais, pour une gestion économique de temps et d'argent, les visites étaient organisées en prenant en compte l'aspect géographique afin de réunir les visites le plus possible et pouvoir en faire plusieurs dans la journée par exemple.

1.2 Forces de la base de données

Une base de données est d'une taille conséquente à l'échelle d'un département. En effet en terme de biosécurité en élevage avicole et à l'échelle européenne, de précédentes études ont pu travailler avec 342 sites d'élevages en Belgique (Van Steenwinkel et al., 2011) ou encore 399 élevages en Europe (Belgique, Espagne, Finlande, Grèce et Pologne) (Van Limbergen et al., 2018). Concernant les autres filières, une étude belge s'appuie sur 421 élevages de porcs (Ribbens et al., 2008) par exemple. Notre base de données correspond donc à une quantité satisfaisante d'élevages puisque, sur 502 dossiers transmis par la DDPP, 420 ont pu être saisis, ce qui représente une bonne utilisation des données brutes. Une seule étude réalisée dans le Sud-Ouest a été réalisée et 46 élevages de canards ont pu être réunis à cette fin (Delpont et al., 2018). Une étude de plus grande ampleur sur les mêmes enquêtes de biosécurité en élevages avicoles a été réalisée sur le territoire national

et comptabilise 1517 enquêtes (Payot, 2019). Notre échantillon permet une bonne représentativité de la situation en terme de biosécurité à l'échelle du département des Landes et représente environ 25% des données de biosécurité obtenues à l'échelle nationale.

La seconde force de notre étude est la réalisation des enquêtes directement sur place par des inspecteurs vétérinaires ou techniciens, bien que cela entraîne aussi des biais qui seront détaillés plus tard. Les enquêtes sur les pratiques d'élevages peuvent être effectuées par l'envoi de questionnaires par courrier, par la réalisation d'entretiens directs ou téléphoniques (Delesalle, 2016), mais sans visite du site d'exploitation. Une des forces des données analysées dans ce travail est qu'elle résulte d'une inspection minutieuse réalisée sur le site de l'exploitation.

Enfin, comme ces visites étaient mandatées par la DDPP, les éleveurs ne pouvaient pas refuser les inspections. Ainsi, on s'affranchit du biais qui existe quand les enquêtes sont basées sur du volontariat, où on peut avoir une surreprésentation des éleveurs qui ont des bonnes pratiques.

1.3 Faiblesse

Ce type d'études comporte néanmoins de nombreux biais puisque les inspections ne sont pas faites initialement pour être utilisées dans une étude statistique.

Tout d'abord, la grande diversité de cette base de données (atelier et espèces) ainsi que les 2 versions différentes du questionnaire ont conduit à des exclusions. Ainsi, les variables qui n'étaient présentes que dans le questionnaire 1 n'ont pas été prises en compte puisque la donnée n'était pas disponible pour les élevages ayant répondu au questionnaire 2. Les élevages de type basse-cour n'ont pas été pris en compte car trop différents dans la pratique d'élevage avec les exploitations commerciales (absence de notes pour de nombreux items).

Dans ces enquêtes, puisque la réglementation du 8 février 2016 s'applique à chaque détenteur de volailles, il y avait seulement deux grilles pour toutes les espèces confondues et tous les types d'ateliers. Il y a donc une inadéquation entre certains items et certaines conduites d'élevages. C'est le cas pour les variables concernant les parcours extérieurs (absents dans les ateliers de gavage spécialisé) : « Aptitude au nettoyage/désinfection des abris » et « entretien des clôtures » où de nombreuses données sont manquantes, ce qui produit au final un jeu de données réduit pour les analyses univariée et multivariée. On

retrouve le même problème pour les valeurs concernant la litière : « Stockage de litière (propre) ».

A nouveau, puisque les inspections ne sont pas initialement faites pour notre étude, la création des variables composites a entraîné un biais d'information. Le choix de conserver les plus mauvaises notes risque donc de conduire à une sur-estimation de la proportion de note B, C ou D.

Une critique supplémentaire de ce genre d'études est la présence des erreurs de notation, qui ont été révélées lors du nettoyage des données. En effet, un biais inspecteur dépendant est possible. C'est pourquoi la dernière variable « note globale de l'élevage » n'a pas été gardée. On remarque de plus, grâce à la lecture des commentaires, une certaine hétérogénéité dans les notes sur certaines variables. Pour une variable donnée, pour une même non-conformité telle que l'absence de sas, certains inspecteurs ont mis la note B, C ou D. Une telle différence dans les notes peut s'expliquer par une interprétation différente dans la façon dont on accorde les notes. Pour certains, l'absence totale de sas était la non-conformité majeure et ils ont donc mis la note D. Pour d'autres, s'il y avait absence de sas mais que les procédures de biosécurité nécessaires et suffisantes étaient prises, il y avait attribution de la note B ou C. Ce biais est un facteur clé de la plupart des études basées sur une démarche de notation. Malgré l'utilisation d'un vadémécum pour ces inspections, on retrouve quand même une hétérogénéité marquée. Il convient, dans la mesure du possible, de réduire au maximum le nombre d'observateurs. Ici, dans le cadre des visites réalisées par la DDPP, les inspections étaient toujours réalisées minimum en binôme, voire en trinôme. La formation des inspecteurs, coûteuse en temps, était réalisée succinctement en accompagnant un autre inspecteur sur le terrain, et cela est insuffisant pour prétendre à une certaine objectivité.

Enfin, le contrôle des mesures de biosécurité se fait à un instant t. Il est difficile d'évaluer la pratique quotidienne exacte des éleveurs et le respect des mesures sur le long terme. L'installation de caméras pour contourner ce biais présente aussi ses limites. Une étude concernant l'observation des pratiques de biosécurité à l'aide de caméras a montré que, à court terme, c'est-à-dire le jour de la visite et dans les deux semaines suivant leur installation, l'application des mesures a été bien améliorée. En revanche, après six mois, alors que les étaient caméras sont encore là, l'observance des mesures a chuté et une évaluation bimestrielle n'a pas apporté de bénéfices à moyen terme. (Racicot et al., 2012)

1.3 Décalage temporel

Les inspections de biosécurité ont été réalisées après les deux crises récentes d'influenza aviaire. On a donc, de manière certaine, des élevages qui ont changé leurs habitudes pendant et après la gestion des crises, et donc avant les inspections. De ce fait, on a un biais sur la réalité des mesures de biosécurité qui étaient peut-être différentes de celles présentes sur le terrain au moment des foyers. On ne peut pas établir de lien de causalité entre les mesures au moment des inspections et le statut foyer influenza des élevages.

Par exemple, pour la variable « gestion des cadavres », il a été montré par la régression statistique qu'elle avait un effet différent de qu'on pourrait attendre, c'est-à-dire que la mauvaise conservation des cadavres est associée à un effet protecteur. Ce résultat est probablement dû au fait que parmi les élevages qui ont été foyer, nombreux sont ceux qui ont été obligés d'assainir leur cheptel et qui par conséquent ont dû s'organiser pour la gestion des cadavres et se sont donc améliorés spontanément vis-à-vis de ce paramètre avant la réalisation des inspections.

1.4 Compléments souhaités

Pour évaluer les besoins de la filière mais aussi l'application des règlements, il serait intéressant de continuer ce type d'étude. De ce fait, on pourra voir l'effet sur le long terme des mesures de biosécurité, dans un contexte autre que celui post-gestion de crise. Les visites de biosécurité vont probablement se poursuivre en s'associant aux visites sanitaires d'élevage. Une réflexion est en cours concernant la création d'un GDS avicole (Groupement de Défense Sanitaire) afin d'assurer une meilleure veille sanitaire, de diffuser l'information aux éleveurs, de proposer des formations sanitaires et surtout accompagner les aviculteurs dans la mise en place effective du Plan de Biosécurité (GDS 31, 2018). De la même manière, au Canada, un article montre l'importance de la communication entre gouvernement, élevages et responsables de la santé animale comme les vétérinaires, pour réagir de façon plus efficiente face aux épidémies sur le long terme (Vaillancourt, 2009).

D'autres variables intéressantes seraient à prendre en compte dans les enquêtes futures. La taille de l'exploitation (nombre d'animaux), le fait d'être indépendant ou à l'inverse de faire partie d'un groupement permettraient de mieux caractériser les élevages. On pourrait relever la présence de volailles non destinées au commerce mais présentes sur l'exploitation, ainsi que relever la densité d'élevages autour de chaque exploitation. Une

étude récente a en effet révélé que pour la crise dû à H5N8, la présence d'une basse-cour n'était pas corrélée au statut infectieux des animaux, mais plutôt au fait d'être en relation avec d'autres animaux à usage commercial (Souvestre et al., 2019).

2 Application des mesures de biosécurité

Dans un premier temps on peut constater les mesures qui sont usuellement bien respectées et donc qui doivent être faciles à mettre en place, ou inversement. Et, dans un deuxième temps on peut, grâce aux élevages revisités, identifier ce qui est facile ou non à changer dans les pratiques des éleveurs.

2.1 Deux tendances : les pratiques quotidiennes et agencement d'exploitation

Les variables qui ont une grande proportion de A correspondent à des mesures de biosécurité qui sont relativement bien respectées et on peut supposer facilement réalisables.

De manière globale, on distingue deux tendances. Les mesures qui sont bien respectées concernent la conduite de l'élevage au quotidien. L'entretien des abords des bâtiments, par exemple, est une pratique qui demande un effort ponctuel de la part de l'éleveur mais où l'investissement financier reste raisonnable.

La conduite en bande unique par UP a été rendue obligatoire depuis 2016 et on constate que cette mesure a été facile à mettre en place : on obtient des taux de pourcentage de A de 100%. Il est probable que la bonne délimitation des UP découle de ce fonctionnement en bande unique Cette mesure est bien respectée, même si elle a demandé de gros changements dans l'organisation. Elle permet de mieux organiser son temps et gérer plus facilement sa production.

A l'opposé, les mesures qui semblent présenter le plus de difficultés sont celles liées au volet documentaire et celles liées à l'agencement de l'exploitation. S'il est évident pour un éleveur de procéder à un bon nettoyage/désinfection, il est plus difficile de respecter tous les dossiers à mettre en place vis-à-vis du protocole de nettoyage/désinfection. C'est pourquoi, pour ce type de mesures, il est important d'accompagner les éleveurs, afin que la gestion

des documents ne soit pas un frein à une bonne réalisation des mesures. Les fiches Itavi ont été réalisées dans ce but. De plus les GDS et les vétérinaires sanitaires proposent généralement de l'aide pour ces items.

Enfin pour les mesures qui concernent la compartimentation de l'élevage, la protection des bâtiments, ou encore l'utilisation du sas, les éleveurs sont souvent confrontés avec la logistique du terrain. La disposition du sas est une mesure qui implique en effet des contraintes spatiales qui n'ont pas forcément été prévues par l'éleveur dans la conception initiale des bâtiments. De nombreuses exploitations sont familiales, la maison, le site de vente, les bâtiments d'élevages ont été construits avant la mise en place des mesures de biosécurité. Ces mesures sont conditionnées de manière générale par la construction du site plus ou moins ancienne. Une étude en élevage porcin démontre, par exemple, que la note de biosécurité décroît avec l'ancienneté du bâtiment et les années d'expérience de l'éleveur (Laanen et al., 2013).

Une étude, qui se concentre sur la biosécurité avant la mise en place de l'arrêté du 8 février 2016, montre que les éleveurs/gaveurs en circuit fermé, ceux qui sont pratiquement en autarcie, présentent de plus grandes difficultés à respecter le zonage puisque ces mesures peuvent nuire à l'accueil des clients directement à la ferme (Delpont et al., 2018). On constate que, malgré le contexte de crise d'influenza, la formation des éleveurs et la mise en place d'un nouveau règlement, le zonage de l'exploitation reste difficile à mettre en place (pourcentage de A inférieur à 67% sauf pour les élevages de palmipèdes où il est de 81% mais cela reste en dessous des 90% attendus à ce stade-là). Il semble évident que ces mesures sont moins appliquées en première intention par l'éleveur qui doit adapter son exploitation aux différentes règles imposées par la question de biosécurité. C'est dans cette optique que les visites de cette étude étaient accompagnées de rappel réglementaire (AMPS) si l'appréciation globale de l'élevage était insatisfaisante et non de mesure de punition coercitive ou financière. Cela afin d'encourager rapidement les éleveurs à se mettre aux normes.

2.2 Doubles visites

Le sas par exemple est la variable qui est amélioré le moins facilement. La proportion de note A augmente tout de même (21% à 64%) mais c'est surtout la proportion de note D qui

diminue entre les deux visites (71% à 14%), l'évolution est sur la bonne voie. De nos jours, des sas déplaçables sont disponibles sur le marché (Figure 32). Si la modification du bâtiment est impossible, le sas transportable répond à la contrainte de l'installation. Un sas, une fois que l'éleveur en comprend son utilisation, est de la même manière facilement modifiable pour un emploi correct (ajout d'un banc pour la séparation par exemple). Il a été montré que le plus important pour le respect des mesures de biosécurité réside dans le fait que l'éleveur puisse comprendre l'utilité de la mesure, mais aussi puisse voir l'efficacité de celle-ci (Amass, 1999).



Figure 32 : Photo d'un sas déplaçable (Inspections de biosécurité, 2017)

3 Facteurs déterminants dans le statut influenza aviaire des élevages

3.1 Trois facteurs corrélés au statut influenza

Trois variables sont significatives : les éléments du plan de biosécurité, la définition et la délimitation des zones d'élevage et enfin la gestion des cadavres.

Les deux premières variables, éléments du plan de biosécurité, et la bonne définition/délimitation des zones de l'exploitation sont des facteurs de risques. On peut émettre plusieurs hypothèses.

Le non-respect des éléments du plan de biosécurité est un facteur de risque, (OR= 2,33, I.C. [1,14 – 4,38]) pour le statut foyer de l'élevage. Ce non-respect indique une démarche de l'éleveur discutable et on peut supposer qu'il est peu impliqué dans une gestion correcte de son plan de biosécurité, ou encore qu'il n'a pas compris les enjeux liés à la biosécurité. Si le plan est bien structuré, au contraire, il est probable qu'il ait également été attentif lors de la formation de biosécurité et/ou qu'il est correctement accompagné par son GDS et /ou son vétérinaire.

La mauvaise définition/délimitation des zones d'exploitation est associée à une augmentation de la probabilité d'être foyer (OR=1,89, I.C. [0,95 – 3,80]). Les véhicules ou les personnes qui entrent dans la ferme (transport des oiseaux, livraison des aliments, élimination des oiseaux morts, utilisation d'employés ou d'équipement partagés, etc.) par une zone qui ne minimise pas le risque d'introduction du virus, pourraient alors transmettre le virus par inadvertance en s'approchant des unités de production (Fasina et al., 2011 ; McQuiston et al., 2005). Des études ont montré que même avoir recours à l'équarrissage pour l'élimination des cadavres était une pratique à risque, en effet ils étaient plus susceptibles de voir les camions d'équarrissage entrer directement dans la ferme ou s'en approcher, ce qui présentait un risque de transmission du virus de la grippe aviaire (Sheta et al., 2014 ; McQuiston et al., 2005 ; Garber et al., 2016). Ainsi, réduire au minimum le nombre de visiteurs ou le fait de n'autoriser l'accès aux véhicules qu'au périmètre de l'exploitation devrait être conseillé aux agriculteurs. Par exemple, s'assurer que le bac d'équarrissage est situé à la limite de la zone d'exploitation de la ferme réduirait le risque d'introduction du virus en éliminant la nécessité du véhicule d'équarrissage de se trouver à proximité des bâtiments.

L'étude a préalablement révélé que la définition/délimitation des zones de l'élevages était une mesure relativement mal respectée. En montrant que c'est un facteur de risqué avéré, on peut envisager un levier d'action sur lequel agir avec une réelle efficacité. De nombreuses études ont montré que les éleveurs ont une meilleure capacité à respecter des mesures si l'efficacité est réelle et qu'ils comprennent la démarche (Lotz, 1997) (Amass, 1999 ; Sanderson et al., 2000).

Pour la gestion des cadavres (facteur protecteur), le résultat traduit probablement un effet inverse à cause de l'antériorité des changements face aux inspections. Cette association négative (OR =0,31, I.C. [0,12 - 0,78) pourrait être interprétée comme le fait que les éleveurs ayant connu des foyers H5N8 étaient plus susceptibles d'éliminer les oiseaux morts grâce à un système d'équarrissage optimal (taille, emplacement et fermeture adéquats du récipient d'équarrissage, ainsi que ses procédures de nettoyage), puisque les autorités l'avaient exigé juste après l'apparition des foyers. En effet, les élevages qui ont été foyer ont eu certainement à suivre des mesures drastiques en matière d'équarrissage. Il semble logique que ces éleveurs-là ont dû apprendre à mieux gérer le ramassage et la conservation des cadavres. Comme les inspections ont eu lieu après la gestion de crise de l'influenza aviaire, certains éleveurs ont eu le temps de changer leurs pratiques et de s'améliorer. Il en est de même pour les variables concernant le protocole de nettoyage/désinfection et la certification des éleveurs. Les dirigeants d'exploitation qui ont été foyers ont probablement dû se rendre compte de l'importance du respect des mesures de biosécurité, puisqu'ils ont été touchés par le virus, et ont accordé plus d'importance à la certification en biosécurité. De la même manière que pour les cadavres, après le vide sanitaire de l'exploitation suite à l'abattage de tout le cheptel, le nettoyage/désinfection a été primordial et l'éleveur a probablement amélioré sa pratique d'élevage à ce niveau-là avant les inspections.

3.2 Autres conclusions

Il semblait probable que le sas fasse partie intégrante des résultats liés au statut influenza de l'élevage (Amass, 1999) , mais aucune relation statistique n'a été détectée dans notre étude. Une étude menée dans le Sud-Ouest avait révélé une mauvaise attitude vis-à-vis du sas, qui était absent sur un tiers des exploitations en 2016. Cette même étude indiquait que les éleveurs changeaient rarement de bottes lors du passage dans les différentes zones de l'exploitation (Delpont et al., 2018).

Cela s'explique probablement par le fait que les sas n'offraient pas une protection suffisante contre l'introduction du virus lorsque l'environnement de l'exploitation était déjà contaminé, ce qui montre que la prévention de la contamination de l'exploitation était cruciale.

De plus le nombre d'élevages est satisfaisant, mais notre étude n'est peut-être pas suffisamment forte pour révéler un quelconque effet.

Au vu des commentaires les inspecteurs étaient intransigeants vis-à-vis de cette rubrique. Mais le niveau de biosécurité de l'élevage n'est pas uniquement reflété par la conception et l'utilisation du sas. Les éleveurs qui sont minutieux dans leur pratique quotidienne peuvent être aussi performants avec ou sans sas. On peut avoir un biais de confusion à ce niveau-là avec un autre paramètre, non étudié, qui pourrait avoir un effet sur le statut influenza de l'élevage mais aussi être corrélé à la présence du sas.

Enfin, rappelons que ces enquêtes n'étaient pas destinées à une étude statistique. Nous avons dû créer une variable composite qui regroupe la conception du sas et son utilisation. Il serait intéressant dans le futur de pouvoir dissocier ces mesures afin de voir si l'aspect financier joue un rôle (installation du sas) ou si c'est plutôt l'utilisation du sas qui est significative.

Conclusion

L'observance des pratiques de biosécurité constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour les filières avicoles. Au regard des épizooties d'influenza aviaire hautement pathogène survenues récemment en France, de nombreuses failles dans les mesures de biosécurité appliquées ont été révélées.

L'étude révèle les mesures de biosécurité les mieux respectées en élevage : le vide sanitaire, le certificat de formation en biosécurité, la gestion des flux, la définition et la délimitation des UP, la conduite en bande unique, l'accessibilité du matériel pour le nettoyage/désinfection, le nettoyage/désinfection du matériel entre les UP, la facilité du nettoyage des abris sur les parcours, la protection des aliments, l'absence d'animaux domestiques, le stockage du lisier et son traitement ainsi que la conservation des cadavres et cela pour toutes les espèces confondues.

Les variables qui nécessitent le plus d'amélioration sont l'établissement du protocole de nettoyage/désinfection avec ses autocontrôles et la définition/délimitation des zones de l'élevage.

Enfin, la régression logistique multivariée a permis de mettre en évidence deux facteurs de risque : l'absence des éléments du plan de biosécurité et la mauvaise délimitation/définition des zones de l'élevage.

Les inspections de biosécurité vont se poursuivre à l'échelle nationale pendant les prochaines années. La biosécurité reste une pratique préventive essentielle dans le contrôle de l'apparition des maladies. Les résultats de cette thèse participeront à pointer les éléments indispensables à contrôler lors des futures inspections, et apportent également des pistes de réflexion pour améliorer les grilles d'inspection utilisées.

Références Bibliographiques

ALEXANDER, Dennis J, 2000. A review of avian influenza in different bird species. In : *Veterinary Microbiology* [en ligne]. 22 mai 2000. Vol. 74, n° 1, p. 3-13. DOI 10.1016/S0378-1135(00)00160-7. Disponible à l'adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113500001607>.

ALEXANDER, Dennis J., 2007. Summary of Avian Influenza Activity in Europe, Asia, Africa, and Australasia, 2002–2006. In : *Avian Diseases* [en ligne]. 1 mars 2007. Vol. 51, n° s1, p. 161-166. DOI 10.1637/7602-041306R.1. Disponible à l'adresse : <https://www.aaapjournals.info/doi/full/10.1637/7602-041306R.1>.

AMASS, Sandra F, 1999. Biosecurity considerations for pork production units. In : *Swine Health and Production*. 1999. Vol. 7, n° 5, p. 12.

Agreste - La statistique, l'évaluation et la prospective agricole - Aquitaine. In : [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/aquitaine/>.

Arrêté du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire. S.l. : s.n.

Arrêté du 16 novembre 2016 qualifiant le niveau de risque en matière d'influenza aviaire hautement pathogène. S.l. : s.n.

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. S.l. : s.n.

Asconit, 2011. ATLAS des zones à dominante humide Elaboration de la cartographie des zones à dominante humide et enjeux des poli ques publiques associées. In : [en ligne]. Disponible à l'adresse : http://oai.eau-adour-garonne.fr/oai-documents/59656/GED_00000001.pdf.

<http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/R7518A27.pdf>.

B., H. et FAO, 2007. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. In : *Population (French Edition)* [en ligne]. 2007. Vol. 5, n° 4, p. 764. DOI 10.2307/1523706. Disponible à l'adresse : <https://www.jstor.org/stable/1523706?origin=crossref>.

BLONDEL, Vincent, 2017. *Statut sérologique vis-à-vis de l'influenza aviaire et facteurs de risque associés dans la filière palmipèdes gras du sud-ouest de la France*. 2017. S.l. : s.n.

BRIAND, François-Xavier, SCHMITZ, Audrey, OGOR, Katell, PRIOUX, Aurélie Le, GUILLOU-CLOAREC, Cécile, GUILLEMOTO, Carole, ALLÉE, Chantal, BRAS, Marie-Odile Le, HIRCHAUD, Edouard, QUENAULT, Hélène, TOUZAIN, Fabrice, CHERBONNEL-PANSART, Martine, LEMAITRE, Evelyne, COURTILLON, Céline, GARES, Hélène, DANIEL, Patrick, FEDIAEVSKY, Alexandre, MASSIN, Pascale, BLANCHARD, Yannick, ETERRADOSSI, Nicolas, WERF, Sylvie van der, JESTIN, Véronique et NIQUEUX, Eric, 2017. Emerging highly pathogenic H5 avian influenza viruses in France during winter 2015/16: phylogenetic analyses and markers for zoonotic potential. In : *Eurosurveillance* [en ligne]. 2 mars 2017. Vol. 22, n° 9, p. 30473. DOI 10.2807/1560-

7917.ES.2017.22.9.30473. Disponible à l'adresse :
<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.9.30473>.

BRONNER, Anne, NIQUEUX, Eric, SCHMITZ, Audrey, BOUQUIN, Sophie Le, HUNEAU-SALAÛN, Adeline, GUINAT, Claire, PAUL, Mathilde, COURCOUL, Aurélie et DURAND, Benoît, 2017. Description de l'épisode d'influenza aviaire hautement pathogène en France en 2016-2017. In : . 2017. p. 5.

BROWN, Justin D., GOEKJIAN, Ginger, POULSON, Rebecca, VALEIKA, Steve et STALLKNECHT, David E., 2009. Avian influenza virus in water: Infectivity is dependent on pH, salinity and temperature. In : *Veterinary Microbiology* [en ligne]. 14 avril 2009. Vol. 136, n° 1, p. 20-26. DOI 10.1016/j.vetmic.2008.10.027. Disponible à l'adresse :
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113508004884>.

CAPUA, I., MARANGON, S., DALLA POZZA, M., TERREGINO, C. et CATTOLI, G., 2003. Avian Influenza in Italy 1997–2001. In : *Avian Diseases* [en ligne]. 1 septembre 2003. Vol. 47, n° s3, p. 839-843. DOI 10.1637/0005-2086-47.s3.839. Disponible à l'adresse :
<https://www.aapjournals.info/doi/full/10.1637/0005-2086-47.s3.839>.

CHAUVIN, Claire, 2009. *Usage des antibiotiques et résistance bactérienne en élevage de volailles*. Thèse de doctorat. France : Université de Rennes 1.

CHERBONNEL, M., LAMANDÉ, J., ALLÉE, C., SCHMITZ, A., OGOR, K., LE GALL-RECUÉ, G., LE BRAS, M. O., GUILLEMOTO, C., PIERRE, I., PICAULT, J-P. et JESTIN, V., 2007. Virologic Findings in Selected Free-Range Mule Duck Farms at High Risk for Avian Influenza Infection. In : *Avian Diseases* [en ligne]. mars 2007. Vol. 51, n° s1, p. 408-413. DOI 10.1637/7595-040306R1.1. Disponible à l'adresse :
<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1637/7595-040306R1.1>.

CIFOG, 2016a. Le Foie Gras : un Produit Noble, au Goût Raffiné et Unique. In : [en ligne]. 2016. Disponible à l'adresse : <https://eleavage-gavage.fr/le-foie-gras/qu-est-ce-que-le-foie-gras>.

CIFOG, 2016b. Les Canards & Oies de la Production de Foie Gras Française. In : [en ligne]. 2016. Disponible à l'adresse : <https://eleavage-gavage.fr/l-elevage/les-palmipedes-gras>.

DELESALLE, Léa, 2016. *Facteurs d'usage des antibiotiques en filière poulet de chair label rouge: enquête cas-témoins*. Thèse d'exercice. France : Université Toulouse 3 Paul Sabatier.

DELPONT, Mattias, BLONDEL, Vincent, ROBERTET, Luc, DURET, Hugues, GUERIN, Jean-Luc, VAILLANCOURT, Jean-Pierre et PAUL, Mathilde C., 2018. Biosecurity practices on foie gras duck farms, Southwest France. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 octobre 2018. Vol. 158, p. 78-88. DOI 10.1016/j.prevetmed.2018.07.012.

DGAL, 2017. Ordre de service d'inspection. In : . 16 novembre 2017. p. 60.

DRAAF OCCITANIE, DRAAF, 2016. L'épisode d'Influenza aviaire 2015-2016 dans le sud-ouest et les mesures sanitaires mises en place. In : [en ligne]. 11 février 2016. Disponible à l'adresse :
<http://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/L-episode-d-Influenza-aviaire-2015>.

EASTERDAY, B.C., HINSHAW, Virginia S. et HALVORSON, David A., 1997. *Diseases of poultry*. 10^{ème} édition. Ames, Etats-Unis d'Amérique : Iowa State University Press,. ISBN 978-0-8138-0430-9. 583 - 605, Chapitre 22

Empreintes landaises - L'élevage dans les Landes - Ina.fr. In : *Empreintes landaises* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://fresques.ina.fr/landes/parcours/0008/l-elevage-dans-les-landes.html>.

FAO, 2019. Influenza Aviaire: Le A, B, C, H et N du virus la grippe aviaire, French. In : [en ligne]. 2019. Disponible à l'adresse : http://www.fao.org/avianflu/fr/alpha_fr.html.

FASINA, Folorunso O, RIVAS, Ariel L, BISSCHOP, Shahn PR, STEGEMAN, Arjan J et HERNANDEZ, Jorge A, 2011. Identification of risk factors associated with highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in poultry farms, in Nigeria during the epidemic of 2006–2007. In : *Preventive veterinary medicine*. 2011. Vol. 98, n° 2-3, p. 204-208.

FRANCEAGRIMER, 2018. La filière Viandes blanches et œufs | FranceAgriMer - établissement national des produits de l'agriculture et de la mer. In : [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr/filiere-viandes/Viandes-blanches/La-filiere-Viandes-blanches-et-oeufs>.

FRITZEMEIER, J., TEUFFERT, J., GREISER-WILKE, I., STAUBACH, C., SCHLÜTER, H. et MOENNIG, V., 2000. Epidemiology of classical swine fever in Germany in the 1990s. In : *Veterinary Microbiology*. 15 novembre 2000. Vol. 77, n° 1-2, p. 29-41. DOI 10.1016/s0378-1135(00)00254-6.

GARBER, Lindsey, BJORK, Kathe, PATYK, Kelly, RAWDON, Thomas, ANTOGNOLI, Maria, DELGADO, Amy, AHOLA, Sara et MCCLUSKEY, Brian, 2016. Factors associated with highly pathogenic avian influenza H5N2 infection on table-egg layer farms in the midwestern United States, 2015. In : *Avian diseases*. 2016. Vol. 60, n° 2, p. 460-466.

GDS 31, FRGDS Occitanie, 2018. La biosécurité au cœur de la campagne 2018 des visites sanitaires en élevage avicole. In : *GDS31* [en ligne]. 2 février 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.gds31.fr/1116-2/>.

GUÉRIN, J. L., BALLOY, Dominique, FACON, Charles et VILLATE, Didier, 2018. *Maladies des volailles*. S.l. : s.n.

GUÉRIN, Jean-Luc, BALLOY, Dominique, FACON, Charles et VILLATE, Didier, 2018. *Maladies des volailles*. Paris, France : Éditions France Agricole. ISBN 978-2-85557-513-1.

GUINAT, C., ARTOIS, J., BRONNER, A., GUÉRIN, J. L., GILBERT, M. et PAUL, M. C., 2019. Duck production systems and highly pathogenic avian influenza H5N8 in France, 2016–2017. In : *Scientific Reports* [en ligne]. décembre 2019. Vol. 9, n° 1, p. 6177. DOI 10.1038/s41598-019-42607-x. Disponible à l'adresse : <http://www.nature.com/articles/s41598-019-42607-x>.

GUINAT, Claire, NICOLAS, Gaëlle, VERGNE, Timothée, BRONNER, Anne, DURAND, Benoit, COURCOUL, Aurélie, GILBERT, Marius, GUÉRIN, Jean-Luc et PAUL, Mathilde C., 2018. Spatio-temporal patterns of highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N8 spread, France, 2016 to 2017. In : *Eurosurveillance* [en ligne]. 28 juin 2018. Vol. 23, n° 26. DOI 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.26.1700791. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6030875/>.

HEGE, R., ZIMMERMANN, W., SCHEIDEGGER, R. et STÄRK, K. D. C., 2002. Incidence of reinfections with *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus pleuropneumoniae* in pig farms located in respiratory-disease-free regions of Switzerland--identification and quantification of risk factors. In : *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2002. Vol. 43, n° 3, p. 145-156. DOI 10.1186/1751-0147-43-145.

HENRY, Ronnie et MURPHY, Frederick A., 2018. Etymologia: Hemagglutinin and Neuraminidase. In : *Emerging Infectious Diseases* [en ligne]. octobre 2018. Vol. 24, n° 10, p. 1849. DOI 10.3201/eid2410.ET2410. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6154157/>.

INAO, 2018. Label Rouge. In : *INAO* [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : /Les-signes-officiels-de-la-qualite-et-de-l-origine-SIQO/Label-Rouge.

ITO, T., OKAZAKI, K., KAWAOKA, Y., TAKADA, A., WEBSTER, R. G. et KIDA, H., 1995. Perpetuation of influenza A viruses in Alaskan waterfowl reservoirs. In : *Archives of Virology* [en ligne]. juillet 1995. Vol. 140, n° 7, p. 1163-1172. DOI 10.1007/BF01322743. Disponible à l'adresse : <http://link.springer.com/10.1007/BF01322743>.

KAOUD, Hussein A, 2013. Effect of Disinfectants on Highly Pathogenic Avian Influenza Virus (H5N1) in Lab and Poultry Farms. In : . 2013. Vol. 2, n° 5, p. 6.

LAANEN, M., PERSOONS, D., RIBBENS, S., DE JONG, E., CALLENS, B., STRUBBE, M., MAES, D. et DEWULF, J., 2013. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. In : *Veterinary Journal (London, England: 1997)*. novembre 2013. Vol. 198, n° 2, p. 508-512. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.08.029.

LABEL ROUGE, 2018. Volailles fermières Label Rouge : un élevage différent | Synalaf. In : [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : <http://www.volaillelabelrouge.com/fr/les-volailles-un-elevage-different/>.

Les Landes à grands traits - Insee Analyses Nouvelle-Aquitaine - 11. In : [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1908409#titre-bloc-4>.

LEBOUQUIN, Sophie Le, SCHMITZ, Audrey, PERTUSA, Marion, SCOIZEC, Axelle, ROUSSET, Nathalie et ETERRADOSSI, Nicolas, 2017. Évaluation de la survie des virus Influenza aviaires H5N8 dans les lisiers d'élevages de palmipèdes gras. In : . 2017. p. 4.

LEBOUQUIN, Sophie Le, SCOIZEC, Axelle, NIQUEUX, Eric, SCHMITZ, Audrey et BRIAND, François-Xavier, 2016. L'épisode d'influenza aviaire en France en 2015-2016 – Situation épidémiologique au 30 juin 2016. In : . 2016. p. 7.

LOTZ, J.M., 1997. Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. In : *World Journal of Microbiology and Biotechnology* [en ligne]. 1 juillet 1997. Vol. 13, n° 4, p. 405-413. DOI 10.1023/A:1018572132529. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1023/A:1018572132529>.

LU, Lu, LEIGH BROWN, Andrew J. et LYCETT, Samantha J., 2017. Quantifying predictors for the spatial diffusion of avian influenza virus in China. In : *BMC Evolutionary Biology* [en ligne]. 13 janvier 2017.

Vol. 17. DOI 10.1186/s12862-016-0845-3. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5237338/>.

MCQUISTON, Jennifer H., GARBER, Lindsey P., PORTER-SPALDING, Barbara A., HAHN, John W., PIERSON, F. William, WAINWRIGHT, Sherrilyn H., SENNE, Dennis A., BRIGNOLE, Thomas J., AKEY, Bruce L. et HOLT, Thomas J., 2005. Evaluation of risk factors for the spread of low pathogenicity H7N2 avian influenza virus among commercial poultry farms. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1 mars 2005. Vol. 226, n° 5, p. 767-772. DOI 10.2460/javma.2005.226.767.

NAPP, S., MAJÓ, N., SÁNCHEZ-GÓNZALEZ, R. et VERGARA-ALERT, J., 2018. Emergence and spread of highly pathogenic avian influenza A(H5N8) in Europe in 2016-2017. In : *Transboundary and Emerging Diseases* [en ligne]. 1 octobre 2018. Vol. 65, n° 5, p. 1217-1226. DOI 10.1111/tbed.12861. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tbed.12861>.

OIE, *OIE_SituationReport_AI_February2018.pdf* [en ligne]. S.l. : s.n. Disponible à l'adresse : https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Animal_Health_in_the_World/docs/pdf/OIE_AI_situation_report/OIE_SituationReport_AI_February2018.pdf.

OLSEN, Björn, MUNSTER, Vincent J., WALLENSTEN, Anders, WALDENSTRÖM, Jonas, OSTERHAUS, Albert D. M. E. et FOUCHIER, Ron A. M., 2006. Global Patterns of Influenza A Virus in Wild Birds. In : *Science* [en ligne]. 21 avril 2006. Vol. 312, n° 5772, p. 384-388. DOI 10.1126/science.1122438. Disponible à l'adresse : <https://science.sciencemag.org/content/312/5772/384>.

PAYOT, Aurélia, 2019. *Pratiques de biosécurité en élevage avicole: analyse des bilans d'inspection à l'échelle nationale (2016-2018)*. Thèse d'exercice. France : Université Toulouse 3 Paul Sabatier.

PINGEL, Heinz, GUY, Gérard et BAÉZA, Elisabeth, 2012. *Production de canards*. Versailles, France : Éd. Quae. ISBN 978-2-7592-1791-5.

RACICOT, Manon, VENNE, Daniel, DURIVAGE, André et VAILLANCOURT, Jean-Pierre, 2012. Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: effect of audits and cameras. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 février 2012. Vol. 103, n° 2-3, p. 208-218. DOI 10.1016/j.prevetmed.2011.08.004.

RIBBENS, S., DEWULF, J., KOENEN, F., MINTIENS, K., DE SADELEER, L., DE KRUIF, A. et MAES, D., 2008. A survey on biosecurity and management practices in Belgian pig herds. In : *Preventive Veterinary Medicine* [en ligne]. 17 mars 2008. Vol. 83, n° 3, p. 228-241. DOI 10.1016/j.prevetmed.2007.07.009. Disponible à l'adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587707001791>.

ROBINSON, Timothy P., WINT, G. R. William, CONCHEDDA, Giulia, VAN BOECKEL, Thomas P., ERCOLI, Valentina, PALAMARA, Elisa, CINARDI, Giuseppina, D'AIETTI, Laura, HAY, Simon I. et GILBERT, Marius, 2014. Mapping the global distribution of livestock. In : *PloS One*. 2014. Vol. 9, n° 5, p. e96084. DOI 10.1371/journal.pone.0096084.

SANDERSON, Michael W., DARGATZ, David A. et GARRY, Franklyn B., 2000. Biosecurity practices of beef cow-calf producers. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association* [en ligne]. 1 juillet 2000. Vol. 217, n° 2, p. 185-189. DOI 10.2460/javma.2000.217.185. Disponible à l'adresse : <https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2000.217.185>.

SCOIZEC, Axelle, HUNEAU-SALAÜN, SCHMITZ, Audrey, BRIAND, François-Xavier, HAMON, Manon, BRONNER, Anne, NIQUEUX, Eric et BOUQUIN, Sophie Le, 2017. Caractéristiques des foyers français d'influenza aviaire hautement pathogène. In : . 2017.

SHAHID, Muhammad Akbar, ABUBAKAR, Muhammad, HAMEED, Sajid et HASSAN, Shamsul, 2009. Avian influenza virus (H5N1); effects of physico-chemical factors on its survival. In : *Virology Journal* [en ligne]. 28 mars 2009. Vol. 6, n° 1, p. 38. DOI 10.1186/1743-422X-6-38. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1186/1743-422X-6-38>.

SHETA, Basma M., FULLER, Trevon L., LARISON, Brenda, NJABO, Kevin Y., AHMED, Ahmed Samy, HARRIGAN, Ryan, CHASAR, Anthony, AZIZ, Soad Abdel, KHIDR, Abdel-Aziz A., ELBOKL, Mohamed M., HABBAK, Lotfy Z. et SMITH, Thomas B., 2014. Putative human and avian risk factors for avian influenza virus infections in backyard poultry in Egypt. In : *Veterinary Microbiology*. 10 janvier 2014. Vol. 168, n° 1, p. 208-213. DOI 10.1016/j.vetmic.2013.11.010.

SOUVESTRE, Marie, GUINAT, Claire, NIQUEUX, Eric, ROBERTET, Luc, CROVILLE, Guillaume, PAUL, Mathilde, SCHMITZ, Audrey, BRONNER, Anne, ETERRADOSSI, Nicolas et GUÉRIN, Jean-Luc, 2019. Role of Backyard Flocks in Transmission Dynamics of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N8) Clade 2.3.4.4, France, 2016–2017. In : *Emerging Infectious Diseases* [en ligne]. mars 2019. Vol. 25, n° 3, p. 551-554. DOI 10.3201/eid2503.181040. Disponible à l'adresse : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6390754/>.

SWAYNE, David E. et SUAREZ, David L., 2008. *Avian influenza*. Ames, Iowa, Etats-Unis d'Amérique : Blackwell Pub. ISBN 978-0-8138-2047-7.

VAILLANCOURT, J.-P., 2009. Canadian experiences with avian influenza: a look at regional disease control--past, present, and future. In : *Poultry Science*. avril 2009. Vol. 88, n° 4, p. 885-891. DOI 10.3382/ps.2008-00334.

VAN LIMBERGEN, T., DEWULF, J., KLINKENBERG, M., DUCATELLE, R., GELAUDE, P., MÉNDEZ, J., HEINOLA, K., PAPASOLOMONTOS, S., SZELESZCZUK, P. et MAES, D., 2018. Scoring biosecurity in European conventional broiler production. In : *Poultry Science* [en ligne]. 1 janvier 2018. Vol. 97, n° 1, p. 74-83. DOI 10.3382/ps/pex296. Disponible à l'adresse : <https://academic.oup.com/ps/article/97/1/74/4565728>.

VAN STEENWINKEL, Sarah, RIBBENS, Stefaan, DUCHEYNE, Els, GOOSSENS, Els et DEWULF, Jeroen, 2011. Assessing biosecurity practices, movements and densities of poultry sites across Belgium, resulting in different farm risk-groups for infectious disease introduction and spread. In : *Preventive Veterinary Medicine*. 1 mars 2011. Vol. 98, n° 4, p. 259-270. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.12.004.

VITTECOQ, Marion, GAUDUIN, Hermann, OUDART, Thibault, BERTRAND, Olivier, ROCHE, Benjamin, GUILLEMAIN, Matthieu et BOUTRON, Olivier, 2017. Modeling the spread of avian influenza viruses in aquatic reservoirs: A novel hydrodynamic approach applied to the Rhône delta (southern France). In : *Science of The Total Environment* [en ligne]. 1 octobre 2017. Vol. 595, p. 787-800. DOI 10.1016/j.scitotenv.2017.03.165. Disponible à l'adresse : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717306848>.

Annexes :

Annexe 1: Plan de biosécurité (Inspections de biosécurité, 2017)

PLAN DE BIOSECURITE

Eleveur X

Date : 12/10/2016

1. Définition du type d'exploitation

a. Type de production

<input type="checkbox"/> E6 / BU	<input checked="" type="checkbox"/> 6 / BU
<input type="checkbox"/> E6 / BW	<input type="checkbox"/> E / BU

b. Type de production : PALMIPÈDES A FOIE GRAS

- D : Démarrage seul
- ED : Elevage de palmipèdes démarrés jusqu'à la mise en gavage
- E : Elevage de palmipèdes de 1jn jusqu'à la mise en gavage
- 6 : Gavage de palmipèdes
- E600 : Elevage - gavage en cycle ouvert (entrée et sortie possibles de PAS)
- E60F : Elevage - gavage en cycle fermé (=Autarcie)

c. Caractéristiques de production

Fréquence de mises en place : Mise en place toutes les 3 semaines
 Taille des lots : 210
 Nombre d'UP : 1 UP gavage
 Fonctionnement général : Salle de gavage entièrement fermée. Porcs au sol sur litière.

d. Description des UP

Dénomination UP	Démarrage	Croissance	Gavage
Type (BU ou BW)			BU
Identification bât			
Type de bât			Fermé avec porcs sur grille sur paille
Identification porcs			
Age de sortie des UP			185 à 195

Planning prévisionnel 2016/2017 : Sans objet - Le producteur ne faisant que le gavage, en BU, aucun problème de VS d'UP ne se pose. Le VS de de 14 jours en salle de gavage est effectué au mois d'août.

2. Plan de circulation et gestion des flux

Comme chez tout gouver spécialisé, il ne peut naturellement pas y avoir de croisement entre flux entrant et sortant de canard et/ou sous-produits de canards. Les flux se succèdent les uns aux autres. Seule l'évacuation du lisier pourrait amener une contamination en cas de présence d'animaux. Cette opération est effectuée par l'exploitant lui-même. Il faut donc veiller à réaliser cette opération en l'absence d'animaux.

Registre du personnel

Persone	Fonction(s)
Monsieur X	Chef d'exploitation

3. Franchissement des limites d'UP

1 UP présente sur l'exploitation, la salle de gavage
 Un sas est présent à l'entrée de l'UP, incontournable pour y pénétrer.

Franchissement des limites d'UP : identification, dispositifs, fonctionnement

Franchissement	Matier	Procédure
	démarrage	
	Croissance	
UP1	Gavage	Seul le gouver franchira la porte de la salle de gavage, via le SAS prévu à cet effet. L'entrée et la sortie des animaux se feront par la Omega Y , aucune entrée étrangère dans l'UP gavage.

4. Plan de nettoyage, désinfection et vides sanitaires

- Principes de calcul des doses à utiliser :

UP	surface au sol	Surface développée	Volume détergent	Volume de solution désinfectante	Volume de désinfectant
Mode de calcul		Surface au sol * 2, ar terre, bords, * 2 ar toit	1 l pour 100 m ² de surface au sol (2 l pour 100 m ² au sol pour aile de gavage)	0,3 * surface développée	3 homologation (volume fongicide bactéricide) + volume active
Ex 1 sur terre	400 m ²	2 * 400 * 200 m ²	4 l de détergent	0,3 * 200 * 240 litres de solution	Pour un détergent homologué à 1,5% : 18 * 240 l = 4320 l Pour un détergent à 2,5% : 12% * 240 l = 2880 l
Ex 2 aile gavage	200 m ²	4 * 200 * 1200 m ²	8 l de détergent	0,3 * 1200 * 240 litres de solution	Pour un détergent homologué à 1,5% : 12% * 240 l = 2880 l Pour un détergent à 2,5% : 12% * 240 l = 2880 l

Variable	Situation conforme (à noter en A)	Situations en non-conformité majeure (à noter en D)
<p>Définition et délimitation du site d'exploitation : définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La zone professionnelle est physiquement délimitée en entrée(s) par chaînes, grille, marquage au sol, et sur son pourtour par des fossés, talus, bordure de champ... Une seule signalisation ne suffit pas. - La zone professionnelle doit être suffisamment étendue pour permettre l'éloignement des flux de personnes ou véhicules non indispensables au fonctionnement (quand le contexte le permet). - La zone d'élevage est délimitée par des murs, parois du bâtiment, grillages, palissade des parcours. - Les conditions et interdictions d'accès sont visibles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de zonages (zone publique, zone professionnelle et zone d'élevage) sur le plan de biosécurité et/ou sur le terrain - Zonages incohérents par rapport aux définitions ou zone professionnelle trop restreinte
<p>Existence d'un plan de circulation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un plan de circulation adapté au site d'exploitation et cohérent par rapport aux pratiques d'élevage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de plan de circulation des flux
<p>Gestion des flux : animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un plan de gestion des flux précisant les sens de circulation des différents véhicules indispensables au fonctionnement de l'exploitation au sein du site. - Les flux entrants et sortants ne doivent pas se croiser, soit dans le temps, soit dans l'espace (ou les deux). 	<ul style="list-style-type: none"> - Croisement des flux sans désinfection préalable lorsqu'il s'agit de véhicules de l'éleveur, ou sans mise en place de mesures correctives par l'éleveur lorsqu'il s'agit de véhicule extérieurs
<p>Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée</p>	<p>Dans le cas où l'exploitation est située en Zone Réglementée Influenza aviaire : mise en œuvre de moyens permettant la décontamination des parties basses, roues, hayons des véhicules entrants et sortants de la zone professionnelle. Si ces moyens sont prévus de manière permanente dans le plan de biosécurité, leurs utilisations doivent être effectives.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Constat d'absence - Ou si absence de contrat avec le transporteur
<p>Définition et délimitation des UP (unités de production) : UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s)</p>	<p>La zone d'élevage est délimitée par des murs, parois du bâtiment, grillages, palissade des parcours.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Délimitation physique présente des failles permettent une divagation des volailles hors de la zone d'élevage

Introduction des lots dans la même période et stade physiologique homogène	Les mises en place de volailles au sein d'une même UP doivent être réalisées dans une même période dans le but de constituer des bandes de volailles dont l'âge et le stade d'élevage est globalement identique. La notion de stade physiologique est à rapprocher des stades d'élevage (exemples de stade physiologique : élevage, pré-gavage, ou gavage sont 3 stades physiologiques en palmipèdes gras)	- Mélange de volailles de stades physiologiques différents ou réalisation de mises en place sur une période de plus de 15 jours
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	Séparation obligatoire entre palmipèdes et autres espèces. La règle de l'éloignement maximal entre UP palmipèdes et UP autres volailles doit être recherchée au sein d'une même exploitation.	- Si mélange de palmipèdes et autres espèces de volailles au sein d'une même UP
Disposition et équipement des sas (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	<ul style="list-style-type: none"> - Chaque unité de production définie est protégée par un sas sanitaire. - La conception du sas doit permettre un changement de tenues (chaussures et vêtements) et un lavage des mains. Chaque sas doit être clos et réservé à l'usage prévu. - Des tenues et chaussures doivent être disponibles. <p>Chaque sas doit être utilisé : changement de tenues et lavage des mains pour toute personne qui pénètre dans la zone d'élevage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le sas doit être situé en limite zone professionnelle/zone d'élevage et conçu comme un couloir avec une entrée en zone « sale » et une sortie en zone « propre ». 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de sas - Sas non fonctionnel (zone sale et zone propre non délimitée physiquement, non équipé de tenues (vêtements et chaussures) et/ou sans possibilité de lavage des mains - Absence d'utilisation ou mauvaise utilisation du sas quel que soit l'intervenant - Mauvais entretien du sas (nettoyage, encombrement) - Présence de personnes non indispensables au fonctionnement dans la zone d'élevage après passage ou non du sas sans mesures correctives de l'éleveur
Utilisation des sas et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, présence de savon et d'eau courante pour se laver les mains...)	<ul style="list-style-type: none"> - Les parois et plafonds des bâtiments doivent être lisses et imperméables - Absence de trous, fissures et plaques disjointes - Si sol en terre battue, absence de trous - Les sols en béton ne doivent pas présenter de trous ni fissures - Les matériaux en bois doivent être en bon état de conservation - Les pièces métalliques ne doivent pas être oxydées 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de trous et fissures béantes sur sol et parois - Isolation des bâtiments détériorée - Présence de matériaux en bois en voie de décomposition - Présence d'oxydation prononcée sur des matériaux métalliques
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments		

<p>Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes</p>	<p>- Les équipements doivent être démontables ou, dans le cas contraire, être suffisamment accessibles pour permettre des opérations de nettoyage et désinfection quelle que soit leur implantation</p> <p>- Les équipements doivent être en bon état (absence d'oxydation prononcée, absence de souillures anciennes montrant l'inaccessibilité de certaines surfaces).</p> <p>- Une attention particulière doit être portée sur les systèmes de raclage, de cooling et sur les lanterneaux</p>	<p>- Un équipement inaccessible ou montrant une oxydation prononcée, des souillures importantes en vide sanitaire est considéré non conforme</p>
<p>Entretien des abords des bâtiments</p>	<p>- Les abords doivent être entretenus pour éviter les « niches écologiques » et pour faire l'objet d'une décontamination.</p> <p>- Abords propres, desherbés ou tonchés</p> <p>- Abords stabilisés afin d'éviter la présence d'ornières de boues et flaques d'eau stagnantes</p> <p>- Pas de résidus de fumiers, litières, fientes et d'écoulements de lisiers</p> <p>- Pas d'encombrants</p> <p>- Les dessous des silos sont propres</p> <p>- Aire bétonnée ou stabilisée en pignons de bâtiments lorsque les abords sont fréquemment boueux et/ou situés sur terrain humide ou dans le cas de pratiques de nettoyage d'équipements (abreuvoirs...) à même le sol</p>	<p>- Présence d'encombrants</p> <p>- Présence de végétation abondante non maîtrisée</p> <p>- Présence de fientes, reste de fumiers et de litière souillée, ou d'écoulement de lisiers aux abords d'un bâtiment</p> <p>- Présence d'eaux stagnantes et boue en plusieurs endroits, notamment sur les accès aux véhicules et personnes</p> <p>- Dessous des silos non nettoyés avec présence importante de résidus d'aliments</p>
<p>Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation</p>	<p>- Le but est d'éviter la contamination d'une UP à une autre par des matériels ou équipements.</p> <p>- Soit chaque unité de production est dotée d'un matériel spécifique (balais, outillage, parc de contention, gaveruse, sembruc,...), soit l'ensemble des matériels et équipements échangés entre UP font l'objet d'un nettoyage et d'une désinfection systématiques. Dans ce cas une procédure écrite décrivant les matériels et le protocole de nettoyage et désinfection est rédigée)</p>	<p>- Si un équipement ou matériel a été utilisé dans plusieurs UP sans désinfection préalable</p> <p>- Si absence de protocole de NID pour le matériel commun à plusieurs UP</p>
<p>Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel</p>	<p>- L'objectif est d'éviter que le parcours soit en lui-même un risque de contamination en évitant les « niches écologiques » de nuisibles et en maintenant un état correct permettant un assainissement naturel optimal en vide sanitaire.</p>	<p>- Présence de flaques d'eau nombreuses dues à un manque d'entretien du parcours</p> <p>- Nombreux encombrants ou stockage de matériel sans rapport avec l'activité d'élevage</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Le parcours ne doit pas présenter de flaques d'eau stagnantes à proximité des bâtiments - Le sol du parcours doit être en bon état (pas de trous en nombre) - Pas de boues en sorties des trappes de bâtiment - Absence d'encombrants ou de stockage de matériel non lié à l'activité d'élevage 	
<p>Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abris en bon état - Les aires d'installation des systèmes d'alimentation et d'abreuvement doivent permettre un ND efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abris anciens, vétustes ou sales et dont la dégradation ne permet pas d'opérations de ND efficaces - Surfaces sur lesquelles reposent les systèmes d'alimentation et d'abreuvement à même le sol
<p>Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Clôture en bon état permettant d'éviter le contact entre elles de volailles d'UP différentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clôture en mauvais état laissant divaguer les volailles à l'extérieur du parcours
<p>Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'animaux domestiques sur les parcours de volailles ou dans les bâtiments. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si présence d'animaux domestiques dans une Zone d'élevage
<p>Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement (dispositifs extérieurs d'alimentation couverts d'un toit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le plan de biosécurité doit comporter un volet sur la protection vis-à-vis de la faune sauvage. - L'accès des systèmes d'alimentation et d'abreuvement doit être protégé des oiseaux sauvages (à l'intérieur, ou couvert d'un toit en extérieur) avec nettoyage fréquent des résidus d'aliment sur les aires d'installation (dalle bétonnée, plaque rigide, bâche renforcée). Le toit a pour but de protéger l'aliment des intempéries et d'empêcher l'accès pour la faune sauvage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès aux mangeoires et aux abreuvoirs extérieurs non protégés ou présence de résidus d'aliment sur le sol.
<p>Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un contrat de dératisation par prestataire extérieur ou d'une procédure interne de dératisation pour l'ensemble du site d'exploitation - Lieux de dépôts d'appâts indiqués - Fréquence de renouvellement des appâts précisés et les produits utilisés - Les boîtes à appâts ne doivent pas être vides (signe de consommation) - Les boîtes à appâts doivent être en nombre suffisant et déposées l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de contrat ou absence de protocole interne - Absence d'appâts - Présence de rongeurs décelée sur le site

<p>Protocole de nettoyage-désinfection, incluant les autocontrôles, l'enregistrement des nettoyage-désinfection effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'un plan de nettoyage-désinfection et vide sanitaire précisant les étapes, les produits utilisés, les dosages, les conditions d'utilisation, les types d'autocontrôles et leur périodicité. - Cohérence et adaptation du plan avec le type d'élevage montrant l'acquisition de connaissances suffisantes pour procéder à des opérations efficaces. - Les opérations de N/D doivent être enregistrées sur chaque UP (date, produits utilisés...). - Les équipements nécessaires au nettoyage et à la désinfection des véhicules doivent être présents ou une facture doit être conservée en cas de réalisation des opérations par une entreprise extérieure. 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de plan de N/D - Méconnaissance flagrante des principes de base du nettoyage et de désinfection - Constat visuel (et éventuellement bactériologique) d'inefficacité des opérations de nettoyage et désinfection lors d'un contrôle en vide sanitaire - Constat d'autocontrôles défavorables sans mesures correctives par l'éleveur
<p>Protocoles et durées des vides sanitaires</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Absence de vide sanitaire annuel et de respect des délais réglementaires du vide sanitaire (sauf cas particulier) - Aliments accessibles aux oiseaux sauvages
<p>Mesures de protection du stockage des aliments</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune possibilité d'accès aux oiseaux sauvages aux stockages d'aliments 	<ul style="list-style-type: none"> - Litière humide (moississures) ou avec présence de nombreuses fientes d'oiseaux sauvages - Absence de protection efficace de la litière limitant l'accès aux oiseaux sauvages
<p>Mesures de protection du stockage de litière</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Litière récente conservée sous hangar clos (porte, grillages) ou en hangar ouvert et litière bâchée ou en extérieur sous bâche. - Absence de déjections d'oiseaux sauvages sur la litière et absence de traces d'humidité (moississures) notamment si celle-ci est en entreposée à même le sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Si absence de plan de gestion des sous-produits - Si écoulement dans le milieu - Si stockage d'effluents sur le parcours - Si les périodes d'assainissement naturel ne sont pas respectées en totalité - Si l'exploitant n'apporte aucun élément visant à prouver l'épandage d'effluents assainis - Si assainissement de lisier de palmipèdes hors de l'exploitation d'origine et hors cas de dérogation (en établissement enregistré 1069/CE) - Si l'exploitant n'apporte aucun élément visant à prouver l'enfouissement en absence d'assainissement préalable - Si l'exploitant n'apporte aucun élément visant à
<p>Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Présence du plan de gestion des sous-produits animaux - Absence d'écoulement d'effluents dans le milieu - Absence de stockage d'effluents sur les parcours - Absence d'épandage d'effluents non assainis - Respect des périodes d'assainissement naturel des effluents (60 j pour lisier et fientes sèches, 42 j pour fumier mis en tas) 	
<p>Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Respect de l'enfouissement en cas d'assainissement naturel - Présentation et traçabilité des méthodes d'assainissement rapide ou de traitement des effluents - Transport des effluents destinés au traitement en contenant fermé ou couvert - Respect des distances entre les 2 sites (rayon de 20 km si les effluents sont issus de palmipèdes - Présence d'un engagement écrit de la part du site destinataire de 	
<p>Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis</p>		

	respecter les délais d'assainissement naturel ou les la mise en oeuvre d'un enfouissement immédiat (10 -15 cm)	provenir l'envoi d'effluents vers une usine de traitement
Collecte quotidienne des cadavres	- Absence de cadavres du lot précédent dans UP hébergeant une nouvelle bande	
Conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage	<ul style="list-style-type: none"> - Conservation des cadavres dans des conditions assurant leur conservation (température négative dès lors que l'enlèvement est différé au-delà de 48h). - Stockage réservé aux cadavres isolé des animaux vivants, des aliments et des litières - Cadavres déposés en vue de leur enlèvement la veille ou le jour du passage des services d'équarrissage - Départ de l'intégralité des cadavres vers l'équarrissage - L'exploitant doit avoir passé un contrat pour l'enlèvement de ces cadavres avec une entreprise d'équarrissage ou une structure de type ATM. 	<ul style="list-style-type: none"> - Stockage des cadavres au contact d'autres animaux vivants, d'aliments ou de litière - Cadavres non destinés à l'équarrissage (alimentation d'animaux, enfouissement, destruction...) - Mauvaises conditions de conservation - Température de conservation trop élevée - Cadavres en décomposition - Stockage non étanche, à l'air libre, à même le sol - Dépôt dans le bac destiné à l'équarrissage situé en zone professionnelle plusieurs jours avant l'enlèvement - Bac destiné à l'enlèvement non fermé et non étanche - Absence de bac d'équarrissage
Certificat de formation en biosécurité (détenteur et personnel permanent)		
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	Le plan de biosécurité doit être présent, adapté aux modes d'élevages pratiques et à la configuration du site d'exploitation	

Annexe 3 : Evolution du pourcentage de A et D, pour chaque item, entre les première et seconde visites

	%A à la visite 1	%A à la visite 2	Evolution
Plan de biosécurité	92,86	96,43	P
Elément du plan	37,04	79,17	P
Protocole de M/D + autocontrôle	39,29	85,19	P
Protocole de lutte contre nuisible	50,00	85,19	P
Respect du vide sanitaire	88,46	92,59	P
Registre de tous les mouvements	62,96	92,59	P
Certificat formation biosécurité	91,67	91,30	S
Délimitation/Définition zones	39,29	75,00	P
Plan de circulation	82,14	92,86	P
Gestion des flux	85,71	92,86	P
Nettoyage/D des véhicules	67,86	92,31	P
Délimitation/Définition UP	96,15	100,00	P
BU introduction même période	100,00	100,00	S
BU mélange des espèces	100,00	100,00	S
Conception et utilisation SAS	21,43	64,29	P
Abord des bâtiments	89,29	82,14	N
Accessibilité pour le M/D	92,31	96,43	P
M/D du matériel	100,00	100,00	S
M/D des abris sur parcours	88,46	84,00	N
Entretien des clôtures	95,65	100,00	P
Absence d'animaux domestique	82,14	96,43	P
Protection des aliments	73,08	96,15	P
Protoc des bâtiments	50,00	70,37	P
Présence d'appât contre nuisibles	90,91	100,00	P
Protocole de M/D + autocontrôle terra	45,83	81,48	P
Efficacité du M/D	89,47	100,00	P
Stockage des aliments	85,71	96,00	P
Stockage litière propre	34,62	80,95	P
Stockage lisier	92,86	96,30	P
Traitement lisier	100,00	100,00	S
Conservation cadavres	88,46	88,46	S
Elimination autres sous-produits	85,71	88,89	P

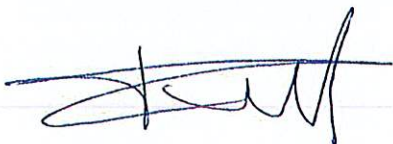
	%D à la visite 1	%D à la visite 2	Evolution
Plan de biosécurité	7,14	0,00	P
Elément du plan	29,63	8,33	P
Protocole de M/D + autocontrôle	14,29	3,70	P
Protocole de lutte contre nuisible	32,14	7,41	P
Respect du vide sanitaire	11,54	0,00	P
Registre de tous les mouvements	22,22	7,41	P
Certificat formation biosécurité	0,00	0,00	S
Délimitation/Définition zones	17,86	10,71	P
Plan de circulation	7,14	3,57	P
Gestion des flux	3,57	0,00	P
Nettoyage/D des véhicules	7,14	3,85	P
Délimitation/Définition UP	0,00	0,00	S
BU introduction même période	0,00	0,00	S
BU mélange des espèces	0,00	0,00	S
Conception et utilisation SAS	71,43	14,29	P
Abord des bâtiments	7,14	0,00	P
Accessibilité pour le M/D	0,00	0,00	S
M/D du matériel	0,00	0,00	S
M/D des abris sur parcours	3,85	0,00	P
Entretien des clôtures	0,00	0,00	S
Absence d'animaux domestique	10,71	0,00	P
Protection des aliments	26,92	3,85	P
Protoc des bâtiments	34,62	14,81	P
Présence d'appât contre nuisibles	0,00	0,00	S
Protocole de M/D + autocontrôle terra	12,50	3,70	P
Efficacité du M/D	10,53	0,00	P
Stockage des aliments	14,29	4,00	P
Stockage litière propre	23,08	0,00	P
Stockage lisier	7,14	0,00	P
Traitement lisier	0,00	0,00	S
Conservation cadavres	7,69	7,69	S
Elimination autres sous-produits	14,29	11,11	P

AGREMENT SCIENTIFIQUE

En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, Mathilde PAUL, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **Diane JOUGLA** intitulée « **Evaluation des pratiques de biosécurité en filière avicole dans le département des Landes dans le contexte des crises d'influenza 2016-2017** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 19/11/2019
Docteur Mathilde PAUL
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Pierre SANS



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Gérard CAMPISTRON



Vu et autorisation de l'impression :
Présidente de l'Université Paul Sabatier
Madame Régine ANDRE-OBRECHT

La Présidente de l'Université Paul Sabatier,
par délégation,
Le Vice-Président de la CFVU
Richard GUILLET

Mme Diane JOUGLA
a été admis(e) sur concours en : 2014
a obtenu son diplôme d'études fondamentales vétérinaires le : 18/07/2018
a validé son année d'approfondissement le 14/11/2019
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

Toulouse 2019

Nom : Jougla

Prénoms : Diane, Marie, Delphine, Maéva

TITRE : *Evaluation des pratiques de biosécurité en filière avicole dans le département des Landes dans le contexte des crises d'influenza 2016-2017*

RESUME : Les crises récentes d'influenza aviaire hautement pathogène de 2016 et 2017 ont sévèrement touché les filières avicoles françaises, révélant d'importantes failles dans les mesures de biosécurité appliquées en élevage. L'attention portée à ces mesures a été renforcée suite à l'arrêt ministériel du 8 février 2016, et aux inspections officielles réalisées en élevage par les services de l'Etat. Dans ce contexte, une analyse épidémiologique a été conduite à partir des données des inspections biosécurité conduites par la DDPP des Landes, département particulièrement touché par les épizooties d'influenza.

L'analyse de données issues de 472 visites met en lumière l'hétérogénéité de l'observance des mesures face aux exigences réglementaires. De plus, une régression logistique multivariée a permis de mettre en évidence trois facteurs ayant un effet significatif (p -value $<0,05$) sur le statut influenza aviaire des élevages. La présence de non-conformité concernant des éléments du plan de biosécurité (OR = 2,33 [I.C. 1,24-4,38]) ainsi que la définition et la délimitation des zones du plan (OR = 1,89 [0,95 – 3,80]) constituent des facteurs de risques.

A l'inverse et de manière contre-intuitive, la non-conformité des pratiques de conservation des cadavres est associée à un risque réduit d'infection par l'influenza hautement pathogène (OR = 0,31 [0,12 - 0,78]).

MOTS CLES : observance, biosécurité, influenza aviaire hautement pathogène, volailles, H5N8

TITRE : *Assessment of biosecurity measures in the poultry sector from the “Landes” departement (France), in the context of 2016-2017 influenza crisis*

SUMMARY : Recent outbreaks of highly pathogenic avian influenza (in 2016 and 2017) have severely affected the French poultry sector, revealing major flaws in the implementation of biosecurity measures in poultry farms. Great attention was paid to these measures, as reflected by the Ministerial decree of 8 February 2016 and the official inspections carried out on farms by the French veterinary services. In this context, an epidemiological analysis was conducted on biosecurity data collected by the veterinary services from “Landes”, a French department which was particularly affected by avian influenza epidemics.

The analysis of data from 472 visits highlights the heterogeneity of biosecurity compliance regarding regulatory requirements. In addition, a multivariate logistic regression revealed three factors which were significantly associated (p -value <0.05) with the status of farm regarding highly pathogenic avian influenza status. The presence of non-compliance concerning elements of the biosecurity plan (OR = 2.33 [CI 1.24-4.38]) as well as the definition and the delimitation of the zones of the plan (OR = 1.89 [0, 95 - 3.80]) were found to be risk factors. Conversely and counter-intuitively, non-compliance regarding conservation of carcasses was associated with a reduced risk of infection by highly pathogenic influenza (OR = 0.31 [0.12-0.78]).

KEYWORDS : compliance, biosecurity, highly pathogenic avian influenza, poultry, H5N8