




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/> 25666

To cite this version:

Payot, Aurélia . *Pratiques de biosécurité en élevage avicole : analyse des bilans d'inspection à l'échelle nationale (2016-2018)*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2019, 113 p.

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

PRATIQUES DE BIOSECURITE EN ELEVAGE AVICOLE : ANALYSE DES BILANS D'INSPECTION A L'ECHELLE NATIONALE (2016-2018)

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

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

par

Aurélia PAYOT

Née, le 21 Décembre 1994 à La Seyne sur mer (83)

Directeur de thèse : Mme Mathilde PAUL

JURY

PRESIDENT :

Mr Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :

Mme Mathilde PAUL

Mr Jean-Luc GUERIN

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :

Mr Mattias DELPONT

Docteur Vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

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

Directeur par intérim : Frédéric Bousquet

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. **SANS Pierre**, *Productions animales*
- 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**, *Zootechnie*
- 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*

MAITRES DE CONFERENCES 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 **PRIYMENKO 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**, *Ophthalmologie 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 **WARET-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**, *Ophthalmologie*
- 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

A Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON

Professeur des Universités à Toulouse III Paul Sabatier,
Praticien Hospitalier au Centre Hospitalier Universitaire de Purpan,
Physiologie-Hématologie,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.
Hommages respectueux.

A Madame le Docteur Mathilde PAUL,

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins,
Pour son aide, son encadrement et sa disponibilité tout au long de cette thèse.
Sincères remerciements.

A Monsieur le Professeur Jean-Luc GUERIN,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Aviculture et pathologie aviaire,
Qui nous a fait l'honneur de participer à ce jury de thèse.
Hommages respectueux.

A Monsieur le Docteur Mattias DELPONT,

Docteur vétérinaire,
Pour sa grande implication dans la réalisation de ce travail, sa disponibilité et sa gentillesse.
Sincères remerciements.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	7
TABLE DES ANNEXES.....	10
TABLE DES FIGURES.....	11
TABLE DES TABLEAUX.....	12
TABLE DES ABREVIATIONS.....	13
INTRODUCTION.....	14
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	17
I. Les principales filières avicoles en France	17
A) Les volailles de chair : filière « maigre »	18
1) Quelques chiffres.....	18
2) Les conditions d'élevage	19
B) Les volailles de chair : filière « gras ».....	20
1) Quelques chiffres.....	20
2) Les conditions d'élevage	20
C) Les volailles de ponte.....	22
1) Quelques chiffres.....	22
2) Les conditions d'élevage	22
D) Les élevages de reproducteurs.....	23
II. L'influenza aviaire	24
A) Classification et pathogénicité des virus influenza aviaries.....	24
1) Classification et variabilité	24
2) Pathogénicité	24
2.1) Chez les oiseaux	24
2.2) Chez l'Homme	25
B) Les crises d'influenza aviaire.....	26
1) Panorama des principales épizooties recensées.....	26
2) Focus sur les crises françaises	26
2.1) L'épisode de 2006	26
2.2) L'épisode de 2015-2016.....	27
2.3) L'épisode de 2016-2017.....	28

C)	Epidémiologie des virus influenza aviaires : espèces réservoir, modes de transmission et survie du virus.....	31
1)	Les espèces réservoir	31
2)	Les modes de transmission	32
3)	La survie du virus	33
III.	La biosécurité dans la réglementation française.....	34
A)	L'arrêté ministériel du 8 février 2016	34
1)	Définition des unités de production et mesures à respecter pour chaque unité.....	35
2)	Zonage du site d'exploitation et gestion des flux	37
3)	Mesures de protection vis-à-vis de l'avifaune sauvage et des nuisibles.....	38
4)	Gestion des sous-produits animaux	39
5)	Formation en biosécurité du détenteur et du personnel permanent	39
6)	Contenu minimal du plan de biosécurité	39
B)	Les inspections	40
1)	Sélection des exploitations à contrôler	40
2)	Déroulement des inspections	41
3)	Sanctions.....	42
4)	Demande de délai pour la mise en conformité de l'exploitation.....	42
	DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE.....	43
I.	Matériels et méthodes	43
A)	Collecte et mise en forme des données	43
1)	Collecte des données	43
2)	Saisie informatique des données.....	44
3)	Nettoyage et mise en forme des bases de données	44
B)	Constitution de la base de données finale	46
C)	Analyse de la base de données	49
II.	Résultats et discussion	51
A)	Principales caractéristiques des exploitations inspectées.....	51
1)	Espèces et ateliers	51
2)	Répartition géographique	53
3)	Bassins de production.....	54
4)	Répartition temporelle	55
B)	Pratiques de biosécurité évaluées lors des inspections : bilan et discussion.....	56
1)	Zonage du site d'exploitation et gestion des flux	58

1.1)	Définition et délimitation des zones du site d'exploitation	58
1.2)	Gestion des flux.....	59
1.3)	Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules entrant sur l'exploitation ..	60
2)	Les unités de production.....	61
2.1)	Respect de la conduite en bande unique.....	61
2.2)	Matériel dédié par unité de production ou nettoyage/désinfection après utilisation.....	61
2.3)	Les sas	62
3)	Protection vis-à-vis des animaux domestiques, des nuisibles et de l'avifaune sauvage	63
3.1)	Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail).....	63
3.2)	Lutte contre les nuisibles	64
3.3)	Entretien des parcours et des abords des bâtiments	64
3.4)	Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement.....	65
3.5)	Mesures de protection du stockage des aliments et de la litière.....	65
4)	Nettoyage-désinfection et vides sanitaires	66
4.1)	Nettoyage-désinfection.....	66
4.2)	Protocole et durées des vides sanitaires	67
5)	Gestion des sous-produits animaux	68
5.1)	Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches.....	68
5.2)	Conditions de conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage	68
6)	Contrôle documentaire	69
7)	Bilan.....	70
C)	Comparaison des résultats selon l'espèce et le bassin de production.....	71
1)	Comparaison des résultats obtenus selon l'espèce	71
2)	Comparaison des résultats obtenus selon le bassin de production	72
III.	Discussion générale et perspectives	73
A)	Les forces de l'étude	73
B)	Les faiblesses de l'étude.....	74
C)	Perspectives.....	76
	CONCLUSION	79
	BIBLIOGRAPHIE	80
	ANNEXES	93

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 - Grille d'inspection.....	93
Annexe 2 - Tableau de comparaison des variables des 10 bases de données initiales.....	98
Annexe 3 - Dictionnaire des variables	104
Annexe 4 - Comparaison des proportions de résultats conformes obtenus selon l'espèce.....	110
Annexe 5 - Comparaison des proportions de résultats conformes obtenus selon le bassin ...	112

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Modes de transmission d'agents pathogènes au sein d'une exploitation avicole	15
Figure 2 - Organisation des filières avicoles françaises	17
Figure 3 - Densité de palmipèdes par commune	18
Figure 4 - Densité de poulets de chair par commune	18
Figure 5 - Durées moyennes des phases de production en filière « maigre » (élevage standard)	19
Figure 6 - Durées moyennes des phases de production en filière « gras »	21
Figure 7 - Types des 743 liens épidémiologiques distincts identifiés à partir de 79 foyers d'IA	22
Figure 8 - Durées moyennes des phases de production en filière ponte.....	23
Figure 9 - Localisation des foyers d'IAHP identifiés au 30 juin 2016 (n = 77 foyers).....	27
Figure 10 - Nombre de foyers d'IA H5 HP et FP selon les productions présentes sur l'exploitation et l'espèce atteinte (n = 93 foyers, France, 30/06/2016).....	28
Figure 11 - Carte des foyers et cas d'IAHP H5N5, H5N6 et H5N8 déclarés dans l'Union Européenne et en Suisse entre le 26/10/2016 et le 28/05/2017 inclus.....	29
Figure 12 - Chronologie des principales mesures mises en place entre le 16/11/2016 et le 29/05/2017	30
Figure 13 - Conception d'un sas : séparation zone sale / zone propre	36
Figure 14 - Zonage du site d'exploitation et gestion des flux.....	37
Figure 15 - Bassins de production.....	50
Figure 16 - Répartition des espèces (n = 1474).....	51
Figure 17 - Répartition des groupes Palmipèdes, Gallinacées et Mixte (n = 1407)	52
Figure 18 - Répartition des ateliers (n = 1474).....	52
Figure 19 - Départements inspectés : ensemble des exploitations (n = 1517)	53
Figure 20 - Départements inspectés : élevages spécialisés en palmipèdes (n = 758).....	53
Figure 21 - Départements inspectés : élevages spécialisés en gallinacées (n = 498)	53
Figure 22 - Départements inspectés : élevages mixtes (n = 151)	53
Figure 23 - Nombre de rapports d'inspection collectés par bassin (n = 1517)	54
Figure 24 - Répartition des espèces en fonction des bassins de production (n = 1407)	55
Figure 25 - Répartition temporelle des inspections réalisées (tous types d'élevages)	55

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Nombre de rapports d'inspection collectés par département	43
Tableau 2 - Extrait d'un des 14 tableaux	44
Tableau 3 - Description des 14 bases de données initiales	45
Tableau 4 - Extrait n°1 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales.....	46
Tableau 5 - Extrait n°2 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales.....	47
Tableau 6 - Extrait n°3 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales.....	48
Tableau 7 - Extrait n°4 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales.....	49
Tableau 8 - Extrait n°5 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales.....	49
Tableau 9 - Résultats des 28 variables en notation « A/B/C/D ».....	56
Tableau 10 - Résultats des 2 variables en notation « Conforme/Non conforme ».....	58

TABLE DES ABREVIATIONS

AOP : Appellation d'origine protégée

CIFOG : Comité interprofessionnel des palmipèdes à foie gras

DDecPP : Direction départementale en charge de la protection des populations

DGAL : Direction générale de l'alimentation

HA : Hémagglutinine

IA : Influenza aviaire

IAFP : Influenza aviaire faiblement pathogène

IAHP : Influenza aviaire hautement pathogène

NA : Neuraminidase

N/D : Nettoyage et désinfection

PAG : Prêt-à-gaver

SIGAL : Système général d'information de la DGAL

UP : Unité de production

INTRODUCTION

La biosécurité en élevage est un enjeu au cœur de l'actualité dans le milieu agricole français. Cette notion de biosécurité est définie de multiples manières dans la littérature scientifique. D'après la FAO (Food and Agriculture Organization) (2008), la biosécurité se définit comme l'application d'un ensemble de mesures visant à prévenir les risques d'introduction et de diffusion d'agents pathogènes dans un élevage. Cela implique d'adopter un ensemble d'attitudes et de comportements pour réduire les risques dans toutes les activités impliquant des animaux domestiques, captifs, exotiques et sauvages et leurs produits. Le Règlement 2016/429 du Parlement et du Conseil du 9 mars 2016 relatif aux maladies animales transmissibles (Journal officiel de l'Union Européenne, 2016) définit ensuite la biosécurité comme « l'ensemble des mesures de gestion et des mesures matérielles destinées à réduire le risque d'introduction, de développement et de propagation des maladies soit (a) dans une population, à partir de ou au sein de celle-ci, soit (b) dans un site (établissement, zone, compartiment, moyen de transport ou tout autre site, installation ou local) à partir de ou au sein de celui-ci. »

Le but premier de la biosécurité est, comme sa définition l'indique, de prévenir l'introduction et la propagation des agents infectieux entre les élevages et au sein de ceux-ci. En élevage de volailles, certaines études ont ainsi montré que les mesures de biosécurité permettent effectivement de prévenir et de contrôler l'émergence et la réémergence de maladies infectieuses telles que la laryngotrachéite infectieuse (Volkova et al., 2012), ou encore de réduire l'incidence d'infections endémiques telles que les infections à *Campylobacter* (Newell et al., 2011 ; Smith et al., 2016).

De cette efficacité à prévenir les maladies, découlent d'autres bénéfices. En effet, les investissements nécessaires à la mise en place des mesures de biosécurité doivent permettre, sur le long terme, de diminuer les pertes économiques engendrées par l'apparition de maladies et notamment les coûts liés aux traitements. Plusieurs études se sont intéressées à la balance bénéfico-coût de la mise en place des mesures de biosécurité et ont montré que l'instauration de ces mesures était justifiée vis-à-vis de la réduction des coûts liés au contrôle des maladies en élevage aviaire (Gifford et al., 1987), porcin (Fasina et al., 2012) ou encore bovin (Van Schaik, Nielen, et Dijkhuizen 2001). De plus, certaines études ont montré que le respect des mesures de biosécurité était positivement associé à une réduction de l'usage des antimicrobiens en élevages porcins (Laanen et al., 2013 ; Rojo-Gimeno et al., 2016 ; Postma et al., 2017) et aviaires (Gelaude et al., 2014), ce qui inscrit la biosécurité dans la logique agro-écologique actuelle et la lutte contre l'antibiorésistance. Enfin, il a également été démontré qu'un niveau élevé de biosécurité était souvent associé à une amélioration des performances techniques de l'élevage (Tablante et al., 2002 ; Laanen et al., 2013 ; Gelaude et al., 2014 ; Smith et al., 2016).

Au sein du concept global de biosécurité, il est nécessaire de distinguer la biosécurité externe et la biosécurité interne, concepts autrement nommés « bioexclusion » et « bioconfinement ». La biosécurité externe a pour objectif d'empêcher ou de limiter le risque d'introduction d'un

nouvel agent pathogène dans un élevage, elle consiste donc à contrôler l'ensemble des voies de contamination d'un élevage. La biosécurité interne a quant à elle pour objectif de limiter la diffusion ou la pression d'infection d'un agent pathogène déjà présent dans un élevage (Calvar, Lemoine, 2014).

Pour être efficaces, les protocoles de biosécurité doivent inclure plusieurs mesures pour contrer les divers modes de transmission d'un agent infectieux. Cependant, il peut être difficile d'évaluer ces mesures indépendamment les unes des autres, puisqu'elles sont généralement plus efficaces lorsqu'elles sont appliquées conjointement (Bojesen et al., 2003). La transmission d'un agent infectieux a lieu suite à des contacts directs ou indirects. Les contacts directs font suite à des relations étroites entre un animal susceptible et un animal infecté présentant ou non des signes cliniques (état de porteur), tandis que les contacts indirects ont lieu grâce à des vecteurs, tels que les personnes, l'équipement, les véhicules, les aliments, l'eau ou encore la litière, pouvant transporter et transmettre de façon mécanique des micro-organismes. Les vecteurs sont biologiques lorsqu'ils ont la capacité d'excréter certains agents pathogènes nuisibles, sans toutefois les multiplier. La Figure 1 résume les modes d'introduction et de transmission possibles d'agents pathogènes au sein d'une exploitation avicole.

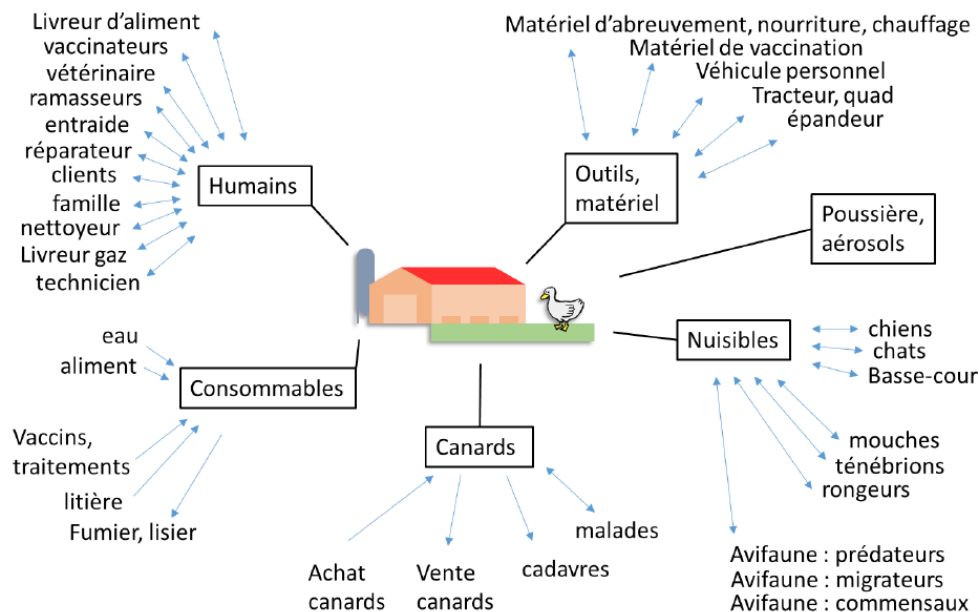


Figure 1 - Modes de transmission d'agents pathogènes au sein d'une exploitation avicole (Source : Delpont M., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse)

La biosécurité doit également prendre en compte certaines différences de vulnérabilités entre les exploitations face à l'introduction d'agents infectieux. Ces différences sont liées au type de production, à l'organisation des filières, à la densité d'élevage et aux liens épidémiologiques possibles entre les exploitations.

Les crises d'influenza aviaire (IA) ayant touché les filières avicoles françaises ces dernières années ont eu un impact économique majeur, tant pour les producteurs que pour l'Etat français. L'ampleur de ces crises a mis en évidence la présence de failles non négligeables

dans les mesures de biosécurité appliquées dans ces filières, et donc la nécessité de les renforcer. Les mesures de biosécurité ont ainsi fait l'objet d'un encadrement réglementaire strict en France avec l'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 8 février 2016, arrêté "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 » (DGAL, 2016a). Dans le but de contrôler l'application effective des mesures rendues obligatoires par cet arrêté, des inspections officielles ont été mises en place à l'échelle nationale par la DGAL (Direction Générale de l'Alimentation) et conduites par les DDecPP (Direction départementale en charge de la protection des populations).

L'objectif de cette thèse est de dresser un état des lieux des pratiques de biosécurité dans les filières avicoles en France, à partir de l'analyse détaillée des inspections officielles réalisées dans les exploitations de volailles suite à l'entrée en vigueur de l'arrêté du 8 février 2016. Dans une première partie, un travail de recherche bibliographique permettra de présenter le contexte de l'étude et d'explicitier les principaux enjeux. La seconde partie sera consacrée au travail de recherche. Le protocole d'étude et la méthode d'analyse seront présentés ; les résultats de l'étude seront ensuite décrits et discutés de manière approfondie.

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans cette étude bibliographique, une première partie sera dédiée à la présentation des différentes filières avicoles françaises. Ensuite, un focus sera fait sur les virus influenza aviaries, virus ayant fortement touché ces filières ces dernières années. Enfin, la dernière partie de cette étude se concentrera sur la biosécurité en filière avicole dans la réglementation française.

I. Les principales filières avicoles en France

Les filières avicoles diffèrent en fonction de l'espèce élevée et du type de production. Les deux grands types de production en France sont les volailles de ponte, pour la production d'oeufs de consommation, et les volailles de chair, parmi lesquelles on distingue la filière « gras » (production de palmipèdes à foie gras) et la filière « maigre » (ENITA, 2002). La filière « maigre » se subdivise elle-même en plusieurs filières selon l'espèce, dont les principales sont le poulet, la dinde, la pintade et le canard de barbarie. Ces filières sont composées de plusieurs acteurs : les sélectionneurs, les multiplicateurs et les producteurs (Figure 2).

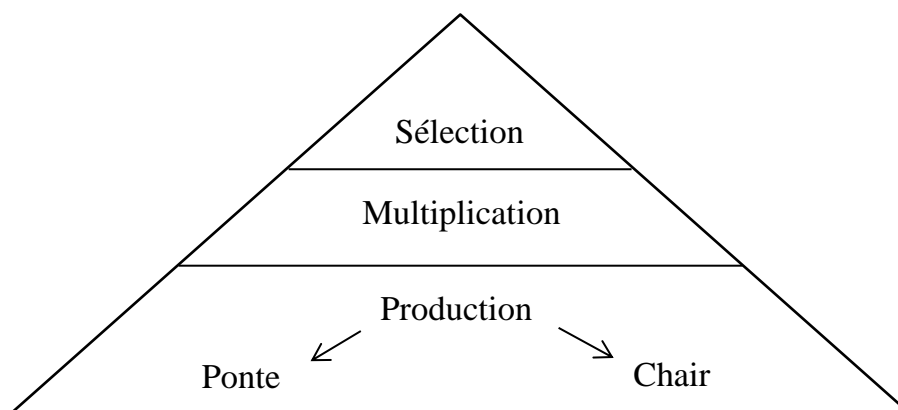


Figure 2 - Organisation des filières avicoles françaises

En amont, les sélectionneurs sont responsables du progrès génétique par la création de lignées spécialisées en fonction du produit terminal recherché. Ensuite, les multiplicateurs sont en charge de la multiplication des animaux fournis par les sélectionneurs. Ils produisent donc des oeufs à couver qui sont ensuite envoyés en couvoirs. Les couvoirs stockent ces oeufs à couver, puis les font incuber et les transfèrent dans les éclosiers. Les couvoirs produisent donc des animaux de 1 jour qui sont placés dans les élevages de production. L'élevage peut s'effectuer en bâtiments sur caillebotis ou litière et être associé ou non avec un parcours extérieur.

En France, il existe une forte segmentation de la production de volailles en fonction des signes de qualité (certification de conformité des produits, labels, Appellation d'origine

protégée (AOP), agriculture biologique, etc.) qui déterminent dans le cadre de cahiers des charges certaines modalités d'élevage (matières premières alimentaires, surfaces allouées aux animaux, accès à des parcours extérieurs).

Les effectifs de volailles et types de production varient selon les régions de France. Une différence majeure s'observe entre les effectifs de palmipèdes, majoritairement regroupés dans l'ouest du pays (notamment le sud-ouest) (Figure 3), et ceux de poulets de chair, répartis de façon plus homogène sur le territoire national, bien qu'une forte densité s'observe également dans l'ouest (Figure 4).

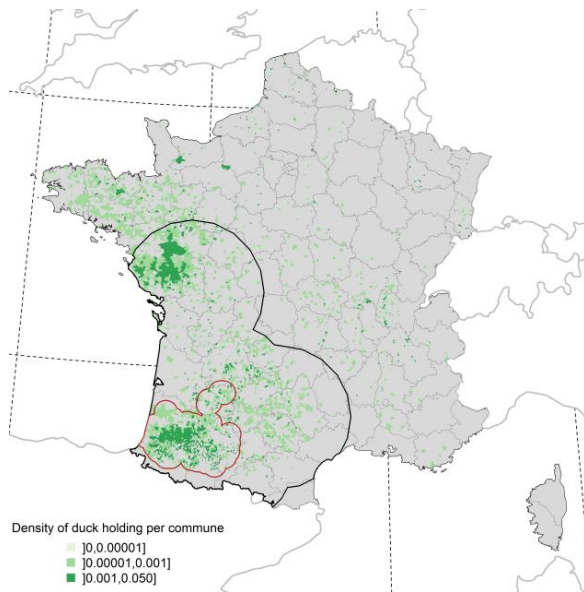


Figure 3 - Densité de palmipèdes par commune
(D'après des données CIFOG et SIGAL)

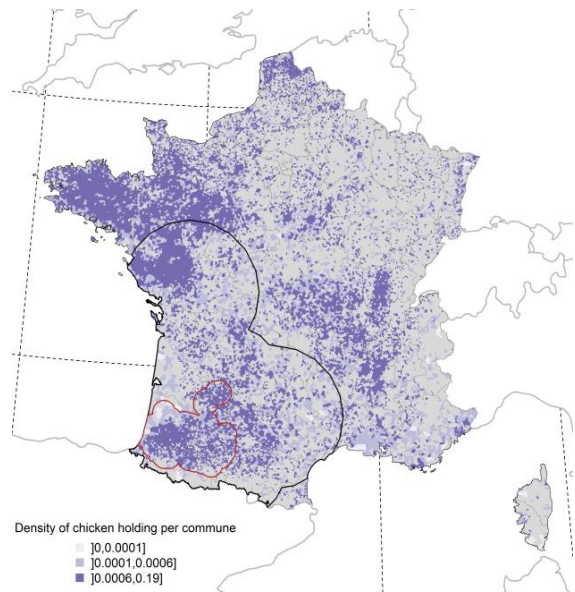


Figure 4 - Densité de poulets de chair par commune
(D'après des données CIFOG et SIGAL)

A) Les volailles de chair : filière « maigre »

1) Quelques chiffres

En 2017, la France était le troisième pays producteur de viande de volaille de l'Union Européenne (derrière la Pologne et le Royaume-Uni) et le troisième pays exportateur vers les pays tiers (FranceAgriMer, 2018c). Parmi les différentes espèces produites en France en 2017, le poulet est largement majoritaire et représente 68,5% de la production (soit 1,24 million de tonne équivalent carcasse). Il est suivi par la dinde (19,3% de la production), le canard (10,5% de la production) et la pintade (2,2% de la production). En 2017, 63% des volumes de poulets abattus sont des poulets standards, 15 % sous cahier des charges Label Rouge, 9% sous autres signes de qualité (certifiés, issus de l'agriculture biologique, AOP, etc.) et 13% des volumes concernent des poulets destinés à l'exportation vers les pays du Proche et Moyen-Orient essentiellement (FranceAgriMer, 2018c).

Au niveau géographique, 53% des capacités d'élevage de volailles de chair sont localisées dans les régions Pays de la Loire et Bretagne en 2010, et 13% dans le bassin sud-ouest (Aquitaine et Midi-Pyrénées) (Figure 4).

2) Les conditions d'élevage

L'élevage des volailles de chair comprend trois phases successives durant lesquelles les paramètres zootechniques tels que l'alimentation, la surface par animal, ou encore la température peuvent varier (Vaissaire, 2018). L'élevage standard et certifié s'opère en bâtiment clos, alors que dans les autres modes de production (label, agriculture biologique, etc.), l'accès à un parcours extérieur est possible. L'accès à un tel parcours représente un risque supplémentaire en termes de biosécurité du fait d'une exposition plus importante des volailles à l'environnement extérieur et d'un contact possible avec l'avifaune sauvage. L'élevage de poulets, dindes et pintades se fait sur litière paille et/ou copeaux, tandis que celui des canards de barbarie se fait généralement sur caillebotis.

La première phase, appelée démarrage, débute à partir de la mise en place des animaux de 1 jour reçus du couvoir. Elle nécessite une température ambiante et une intensité lumineuse élevées, ainsi qu'un accès facilité à l'alimentation et à l'eau. Les deux phases suivantes sont la phase de croissance et la phase de finition (dernière phase avant l'abattage), durant lesquelles la température ambiante et l'intensité de l'éclairage diminuent progressivement. Les durées de ces différentes phases varient selon l'espèce considérée, ainsi que le mode de production. Les durées moyennes pour l'élevage standard des principales espèces de chair sont présentées en Figure 5.

Durée d'incubation :

Poulet : 21 jours
 Dinde : 28 jours
 Pintade : 28 jours
 Canard de Barbarie : 35 jours

Durée démarrage :

Poulet : 1 semaine
 Dinde : 4 semaines
 Pintade : 4 semaines
 Canard de Barbarie : 3 semaines

Durée croissance :

Poulet : 4 semaines
 Dinde : 6 semaines
 Pintade : 4 semaines
 Canard de Barbarie : 3 semaines

Durée finition :

Poulet : 1 semaine
 Dinde : jusqu'à abattage
 Pintade : 3 semaines
 Canard de Barbarie : jusqu'à abattage

Âge à l'abattage :

Poulet : 40-42 jours
 Dinde : ♂ 105-112 jours
 ♀ 84-92 jours
 Pintade : 77 jours
 Canard de Barbarie : ♂ 84 jours
 ♀ 70 jours

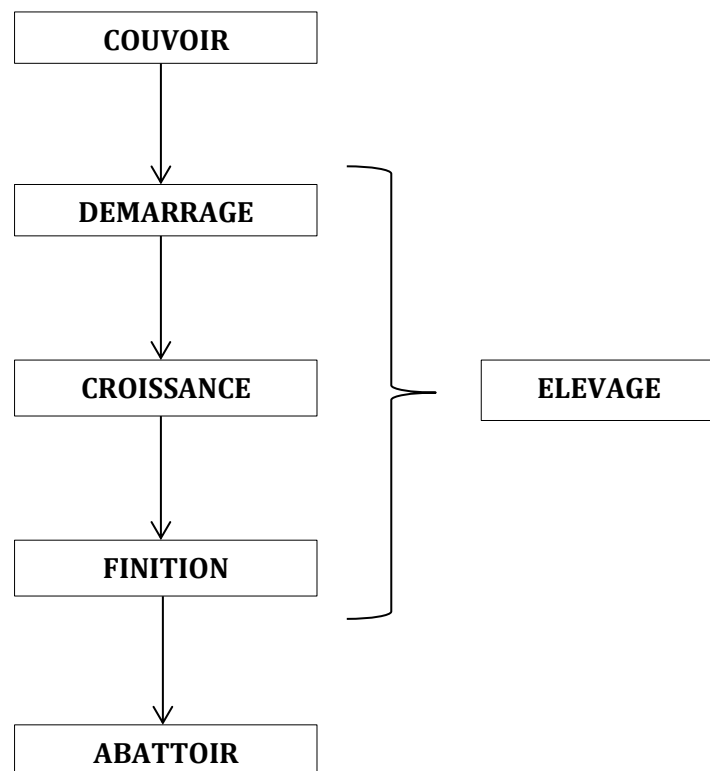


Figure 5 - Durées moyennes des phases de production en filière "maigre" (élevage standard)
 (D'après : ENITA, 2002 ; Vaissaire, 2018)

B) Les volailles de chair : filière « gras »

Trois espèces de palmipèdes sont utilisées pour la production du foie gras (Pingel et al., 2012) : le canard Mulard, hybride stérile obtenu par le croisement d'une femelle Pékin (*Anas platyrhynchos*) et d'un mâle de Barbarie (*Cairina moschata*), l'oie grise des Landes (*Anser anser*), et le canard de Barbarie (*Cairina moschata*).

1) Quelques chiffres

La France est le premier pays producteur de foie gras, avec 11700 tonnes de foie gras cru produit en 2017, représentant environ 70% de la production mondiale. Suite aux deux épidémies d'influenza aviaire, la production française 2017 est en recul de 40 % par rapport à la moyenne triennale 2013-2015. 99 % du foie gras français est issu du canard, et le canard mulard représente à lui seul plus de 95% de la production (FranceAgriMer, 2018b).

En 2017, les palmipèdes gras sont élevés sur 4800 exploitations, réparties sur 2 zones principales de production : le bassin Sud-ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées et Limousin) représentant 72% de la production française, et le Grand-ouest (Pays de la Loire, Bretagne et Poitou-Charentes) représentant 26% de la production française (FranceAgriMer, 2018b).

2) Les conditions d'élevage

Les trois premières étapes de l'élevage du canard mulard destiné au gavage sont semblables à celles de la volaille de chair : démarrage, croissance et finition (Pingel et al., 2012). A la différence des oies, seuls les canards mâles étant utilisés pour le gavage, un tri est réalisé au couvoir sur les canetons de 1 jour. La phase de démarrage dure environ 4 semaines pendant lesquelles les animaux sont nourris à volonté et élevés dans des bâtiments clos sur litière. Pendant la phase de croissance, de 4 à 8 semaines, les canards sont toujours nourris à volonté mais ont désormais accès à un parcours extérieur avec ou sans abri. A partir de 9 semaines et jusqu'au départ en gavage, les animaux sont rationnés soit par rationnement horaire (temps d'accès à la nourriture limité), soit par rationnement de quantité (restriction alimentaire). Ce rationnement permet aux canards de prendre des repas très courts dans le temps, ce qui prépare le fonctionnement hépatique et également les voies alimentaires au futur gavage. Les canards ont toujours accès à un parcours extérieur pendant la phase de finition. Les phases de croissance et de finition sont donc particulièrement à risque en termes de biosécurité du fait de l'accès à un parcours extérieur. A l'issue de ces phases, on obtient des canards « prêts-à-gaver » (PAG).

Les canards sont ensuite transférés en ateliers de gavage à l'âge de 12 semaines et sont nourris à raison d'environ 800g/canard/jour en 2 repas par jour. Plusieurs types de logement sont possibles pendant la période de gavage : des parcs ou cages collectives (4 à 10 canards, généralement sur caillebotis). Les cages individuelles (épinettes) sont désormais interdites. La phase de gavage dure environ 12 à 15 jours et à l'issue de cette phase les animaux sont envoyés à l'abattoir. Les durées moyennes des différentes phases de production sont présentées en Figure 6.

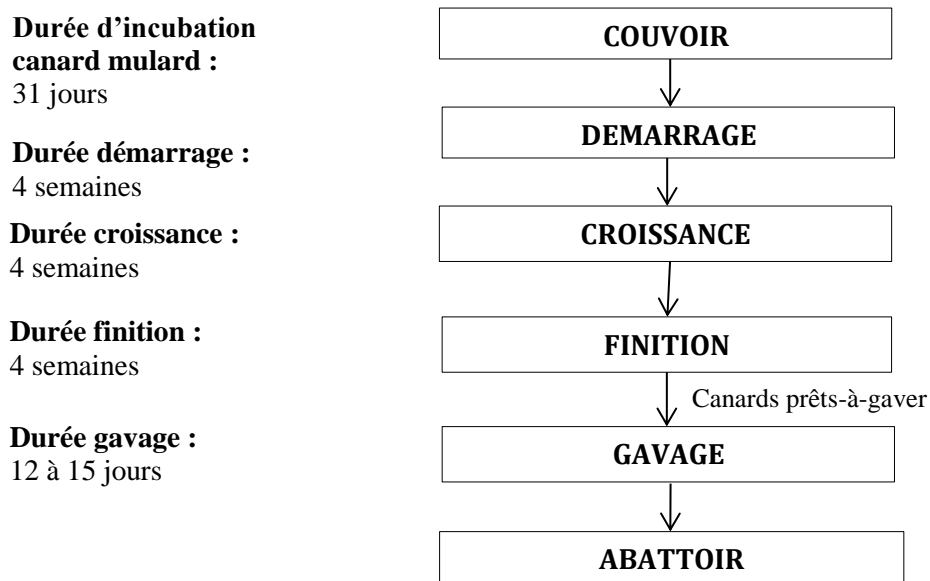


Figure 6 - Durées moyennes des phases de production en filière « gras »

(D'après : ENITA, 2002 ; Pingel et al., 2012)

Il existe plusieurs types d'exploitation, en fonction de la présence ou non des différents stades de production. Les éleveurs de canards prêts-à-gaver vendent leurs canards aux gaveurs. Les gaveurs achètent les canards PAG et les conduisent uniquement sur la phase de gavage. Les éleveurs-gaveurs produisent à la fois des canards PAG et des canards gras, et en fonction des cas ils peuvent être amenés à vendre leurs excédents de canards PAG et/ou en acheter pour optimiser l'utilisation de leurs bâtiments. Il existe également quelques rares éleveurs qui ne gardent les canards que pour le démarrage, et de ce fait quelques éleveurs qui achètent les canards déjà démarrés et les conduisent uniquement pour la croissance-finition et le gavage.

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 PAG peut être divisé jusqu'à dix lots frères répartis dans dix salles de gavage ; réciproquement, une salle de gavage peut accueillir des PAG de différentes origines. L'association d'un cycle de production très court, d'unités de petite taille et d'approvisionnements multiples, rendent ainsi la traçabilité des lots complexe et conduisent à de très nombreux liens épidémiologiques entre les élevages. Lors de la crise d'influenza aviaire hautement pathogène de 2015-2016, en moyenne 9.4 liens ont été identifiés par foyer d'IA, ce qui correspond à une moyenne de huit établissements en lien épidémiologique par foyer (Le Bouquin et al., 2016). Un établissement peut avoir eu plusieurs types de lien épidémiologique avec un même foyer. Ces liens (Figure 7) étaient à la fois directs (mouvements d'animaux) et indirects (voisinage, véhicules, personnel et matériel en commun). Cette crise a donc montré que l'organisation de la filière palmipèdes, les interventions et les mouvements entre élevages ont joué un rôle majeur dans la diffusion des virus influenza aviaires. L'intensité des flux d'animaux au sein de cette filière représente donc un enjeu majeur en termes de biosécurité.

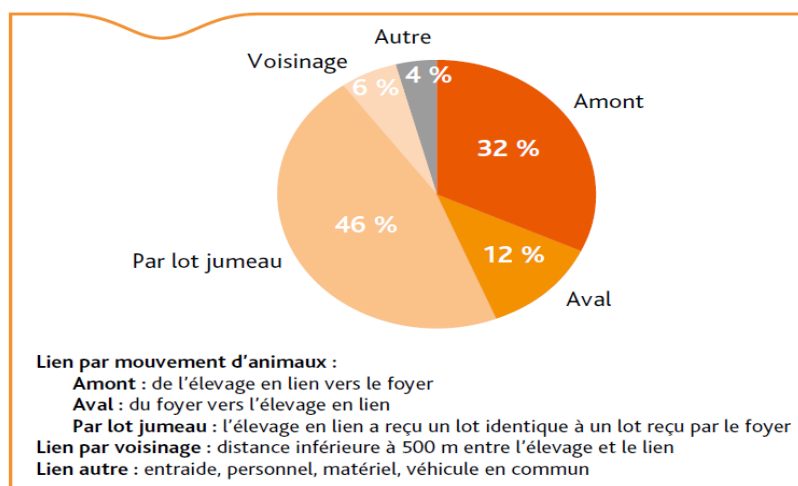


Figure 7 - Types des 743 liens épidémiologiques distincts identifiés à partir de 79 foyers d'IA (France, 2016)
(Source : Le Bouquin et al., 2016)

C) Les volailles de ponte

1) Quelques chiffres

En 2017, la France est le premier producteur européen d'œufs de consommation (avec 14,9 milliards d'œufs de consommation produits en France soit 14% de la production européenne) devant l'Allemagne (13%), l'Italie (12%), l'Espagne (11%) et le Royaume-Uni (11%) (FranceAgriMer, 2018a). En 2016, 40% des effectifs de pondeuses sont situés en Bretagne, 13% en Pays de la Loire, 10% dans le nord du bassin parisien (Picardie et Nord-Pas-de-Calais) et 9% en Rhône-Alpes. En 2010, la France compte 2100 exploitations spécialisées dans les pondeuses d'œufs de consommation et 500 exploitations spécialisées dans la production de poulettes (futurs poules pondeuses). Les productions « alternatives » d'œufs (biologique, au sol ou plein air) représentent 33% du potentiel de production en 2012 (FranceAgriMer, 2018a).

2) Les conditions d'élevage

La production d'œufs de consommation ne nécessitant que des femelles, un sexage et un tri des animaux de 1 jour est effectué au couvoir (Bestman et al., 2016). Ensuite, l'élevage se déroule en trois étapes. La phase de démarrage des futures poules pondeuses ou poulettes est relativement semblable à celle des volailles de chair. Durant la phase de croissance, la durée d'éclairage est augmentée progressivement afin de contrôler l'apparition de la maturité sexuelle des poules. La troisième phase est la celle de ponte, le transfert au site de ponte se fait vers 16 semaines pour une entrée en ponte aux alentours de 18 semaines. La production va augmenter jusqu'à atteindre le pic de production vers 28 semaines, puis redescendre jusqu'à la réforme et l'abattage des animaux vers l'âge de 65 semaines. L'élevage peut se faire en cage aménagée ou au sol. L'accès à un parcours extérieur est aussi possible en fonction des modes de production (« plein air », agriculture biologique). L'objectif de production est d'environ 300 œufs par poule, ces œufs seront valorisés en œufs de consommation ou en ovo-produits. Les durées moyennes des différentes phases de production sont présentées en Figure 8.

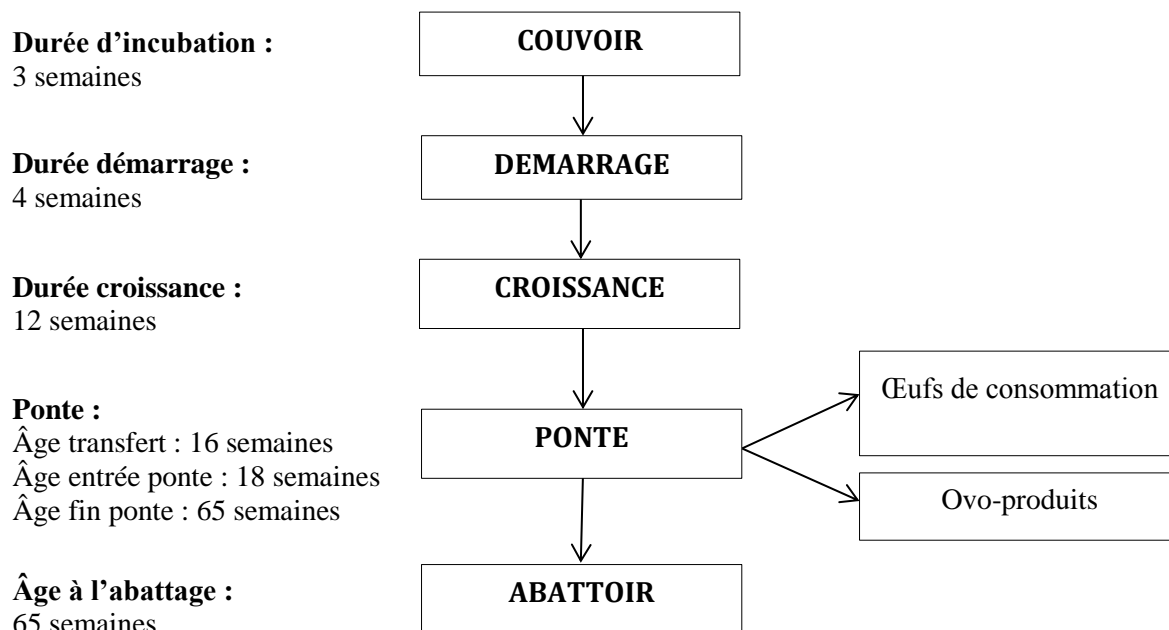


Figure 8 - Durées moyennes des phases de production en filière ponte

(D'après : ENITA, 2002 ; Bestman et al., 2016)

D) Les élevages de reproducteurs

En filière production de poulets de chair, l'élevage des poules de reproduction se fait selon le même principe que celui des pondeuses en filière œufs de consommation. L'élevage se fait au sol et un programme lumineux avec augmentation progressive de la durée d'éclairage permet de stimuler l'entrée en ponte. Les mâles sont séparés des femelles jusqu'à 3 semaines avant transfert. Le transfert au site de ponte se fait vers l'âge de 22 semaines pour une entrée en ponte vers 23 semaines. Chez le poulet, la saillie est naturelle avec un ratio de 1 mâle pour 10 femelles. La durée de la phase de ponte est d'environ 300 jours pour un objectif de production de 180 œufs à couver par poule.

Les élevages de reproducteurs de dindes, pintades et canards ont pour particularité le recours à l'insémination artificielle, du fait d'un dimorphisme sexuel important rendant la saillie naturelle difficile voire dangereuse pour les femelles. Le canard mulard étant une espèce hybride, l'insémination artificielle est là aussi nécessaire. Les mâles et les femelles sont élevés séparément, les mâles sont en cages individuelles et les femelles sont au sol.

Quel que soit la filière, les conditions sanitaires à l'étape de la sélection et de la multiplication doivent être particulièrement bien maîtrisées, la biosécurité y représente donc un enjeu majeur car la moindre erreur sanitaire est susceptible de se répercuter en aval sur l'ensemble de la filière.

Chaque élevage, selon la place qu'il occupe dans la filière (sélectionneur, multiplicateur, producteur), son type et son mode de production (accès à un parcours extérieur, etc.) fait donc face à différents enjeux en termes de biosécurité. De plus, le développement de plus en plus important à l'heure actuelle de l'élevage plein air, impulsé par des attentes

sociétales fortes pour le bien-être animal, et le parc bâtiment avicole français vieillissant, mal adapté à un respect optimal des principes de biosécurité, sont tout autant de difficultés supplémentaires auxquelles sont actuellement confrontées les filières avicoles françaises dans la gestion de la biosécurité. Récemment, ces filières avicoles ont été touchées par deux épizooties successives d'influenza aviaire lors des hivers 2015-2016 et 2016-2017, à l'impact économique majeur. Ces crises d'une ampleur sans précédent ont engendré une grande remise en question de la gestion de la biosécurité dans ces filières, particulièrement vis-à-vis du risque influenza aviaire.

II. L'influenza aviaire

A) Classification et pathogénicité des virus influenza aviaires

1) Classification et variabilité

Les virus influenza appartiennent à la famille des *Orthomyxoviridae*, il en existe quatre types : A, B, C et D (International Committee on Taxonomy of Viruses, 2018). Les virus influenza de type A sont capables d'infecter une grande diversité d'espèces aviaires et de mammifères (incluant l'Homme), et sont à l'origine des grandes épizooties d'influenza aviaire ayant touché la France ces dernières années.

Les virus influenza A sont classés en sous-types sur la base de la nature antigénique de deux glycoprotéines de surface : l'hémagglutinine (HA) et la neuraminidase (NA). Ces deux glycoprotéines de surface sont les principaux inducteurs d'anticorps protecteurs chez l'hôte infecté (Suarez, 2000). A ce jour, ont été répertoriés 18 sous-types d'hémagglutinine (H1 à H18) et 11 sous-types de neuraminidase (N1 à N11) (Centers for Disease Control and Prevention, 2017). L'infection chez les oiseaux a été décrite pour tous les sous-types connus de virus influenza A, à l'exception de deux d'entre eux qui ont seulement été retrouvés chez des chauve-souris : H17N10 et H18N11 (Wu et al., 2014).

Les virus influenza A présentent une grande variabilité génétique liée à la nature de leur génome (ARN monobrin segmenté). Deux mécanismes principaux participent à cette variabilité : les mutations ponctuelles et les réassortiments génétiques (Webster et al., 1992). Lorsqu'ils affectent les gènes codant pour HA et NA, ces mécanismes peuvent aboutir à l'obtention de nouveaux sous-types. **L'évolution génétique perpétuelle des virus influenza aviaires engendre de grandes difficultés à la mise en œuvre d'une prévention vaccinale efficace en élevage. La prévention par la mise en place de mesures de biosécurité est donc primordiale.**

2) Pathogénicité

2.1) Chez les oiseaux

Les virus influenza aviaires sont classés en deux catégories : l'influenza aviaire faiblement pathogène (IAFP) et l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) (OMS, 2015). Cette distinction entre pathogénicité faible et élevée est liée à la gravité de l'infection chez les volailles et ne fait pas référence au tableau clinique chez l'Homme.

L'infection par les virus influenza aviaires faiblement pathogènes est limitée aux sphères respiratoires et digestives, se traduisant donc généralement par des formes asymptomatiques ou des formes cliniques assez frustes. Ils peuvent notamment entraîner des signes respiratoires légers, une chute de ponte, une apathie, une baisse de la consommation d'aliment et d'eau, et parfois de la diarrhée. Le taux de mortalité est en général faible sauf en cas de surinfections secondaires (Spickler, 2014). Les virus influenza aviaires hautement pathogènes peuvent, quant à eux, être responsables d'épizooties meurtrières en élevages de volailles, particulièrement chez les galliformes domestiques, espèces les plus sensibles, en raison d'une capacité de dissémination systémique du virus. En revanche, ils causent généralement des infections asymptomatiques ou seulement modérées chez les espèces réservoir, notamment les oiseaux d'eau (Spickler, 2014).

Les virus influenza aviaires peuvent évoluer d'une forme faiblement pathogène à une forme hautement pathogène en acquérant des mutations responsables du caractère hautement pathogène. Seuls les virus de sous-type H5 et H7 peuvent évoluer vers une forme hautement pathogène (Perdue et al., 2003 ; Alexander, 2007). La mutation d'un virus IAFP en IAHP se produit généralement chez la volaille domestique, celle-ci étant préalablement affectée par une circulation du virus sous une forme faiblement pathogène (Lupiani, Reddy, 2009).

2.2) Chez l'Homme

La majorité des virus influenza aviaires ne sont pas zoonotiques, néanmoins lorsqu'ils le sont, ils peuvent conduire à des infections sévères, voire mortelles (OMS, 2018). En 1997, des cas d'infection humaine par un virus H5N1 (lignée A/goose/Guandong/1/1996 H5N1) hautement pathogène ont été notifiés lors d'une flambée touchant la volaille à Hong Kong. Depuis 2003, ce virus aviaire s'est propagé de l'Asie à l'Europe et à l'Afrique et s'est durablement enraciné dans les populations de volailles de certains pays, provoquant des millions d'infections chez ces oiseaux, des centaines de cas humains et de nombreux décès. En 2013, des infections à virus A(H7N9) faiblement pathogène ont également été signalées chez l'Homme en Chine. Depuis, ce virus s'est propagé dans les populations de volailles du pays et a entraîné plus de 1500 cas humains et de nombreux décès (OMS, 2018).

La majorité des cas humains d'infection à virus influenza aviaire sont associés à des contacts directs avec des volailles ou des environnements contaminés, mais la transmission interhumaine de ces virus reste rare (OMS, 2018). Néanmoins, la grande variabilité génétique des virus influenza aviaires représente un risque majeur d'émergence d'un virus d'origine aviaire adapté à la transmission inter-humaine. Un tel virus pourrait ainsi engendrer une pandémie humaine, comme ce fut le cas lors des pandémies de 1957, 1968 et probablement 1918 avec la grippe espagnole (Kawaoka et al., 1989).

L'influenza aviaire présente donc à la fois un risque de santé animale et de santé publique, rendant primordiale la mise en place de mesures de biosécurité au sein des filières avicoles. L'ampleur des crises d'influenza aviaire ayant touché la France ces dernières années a mis en évidence d'importantes failles dans les mesures de biosécurité appliquées en élevage, et donc la nécessité de les renforcer.

B) Les crises d'influenza aviaire

1) Panorama des principales épizooties recensées

La lignée asiatique d'IAHP H5N1 dénommée A/goose/Guandong/1/1996 H5N1, mentionnée précédemment, est apparue pour la première fois en 1996 et s'est ensuite diffusée entre 2003 et 2006 dans la plupart des pays d'Asie, d'Europe, du Moyen-Orient et d'Afrique (Taubenberger, Morens, 2017 ; Lycett et al., 2019). Au cours des deux dernières décennies, cette lignée H5N1 s'est diversifiée en de multiples sous-lignées.

Au cours de la période 2013-2015, une sous-lignée d'IAHP H5N1, dénommée clade 2.3.4.4, détectée pour la première fois en Chine en 2008, s'est répandue de manière explosive chez des oiseaux dans la majeure partie du monde (Peyre et al., 2015 ; Taubenberger, Morens, 2017). Cette sous-lignée de virus a connu de multiples réassortiments aboutissant à des virus IAHP H5 chez lesquels la neuraminidase N1 a été remplacée par d'autres sous-types, dont N2, N3, N5, N6 et N8, générant de multiples virus dénommés H5Nx (Lycett et al., 2019). Au cours de cette période 2013-2015, ces virus H5Nx se sont diffusés de manière panzootique à partir de la Chine, les virus H5N6 étant prédominants en Asie, tandis que les virus H5N8 se répandaient sous différentes sous-lignées vers l'ouest en Europe et vers l'est en Amérique du Nord. Environ six mois après, ces virus disparaissaient d'Amérique du Nord et rétrocédaient considérablement en Europe.

Au cours de l'été 2016, des virus H5N8 du clade 2.3.4.4 ont été à l'origine d'une nouvelle panzootie explosive, suivant les voies migratoires depuis la Mongolie et de manière distincte vers l'Europe et l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Inde (Cauchard et al., 2017 ; Lycett et al., 2019). Contrairement à la vague panzootique de 2014-2015, où la mortalité était faible dans l'avifaune comme c'est en général la règle pour des virus IAHP adaptés aux volailles, cette panzootie de 2016 en Europe, Afrique, Moyen-Orient et Inde s'est démarquée par une mortalité marquée chez les palmipèdes d'élevage, ainsi que chez un grand nombre d'espèces de l'avifaune (Taubenberger, Morens, 2017).

2) Focus sur les crises françaises

2.1) L'épisode de 2006

La France a été touchée pour la première fois par l'influenza aviaire en février 2006 par la souche H5N1 hautement pathogène appartenant à la lignée asiatique zoonotique circulant dans le monde à cette période-là (lignée A/goose/Guandong/1/1996 H5N1) (Cornuau et al., 2007). Cette souche a été retrouvée sur 64 oiseaux sauvages dans le département de l'Ain, sur un oiseau sauvage dans les Bouches-du-Rhône, ainsi que dans un élevage de dindes situé dans la commune de Versailles (Ain). La proximité de l'élevage de dindes avec les premiers cas trouvés chez des oiseaux sauvages une semaine plus tôt sont en faveur de l'hypothèse d'une contamination de l'élevage d'origine sauvage. La situation a été très rapidement contrôlée et n'a donné lieu à aucune extension. Le virus a fait une brève réapparition en été 2007 avec 5 cygnes et 2 canards sauvages testés positifs pour le virus H5N1 HP dans le département de la Moselle (Cornuau et al., 2007).

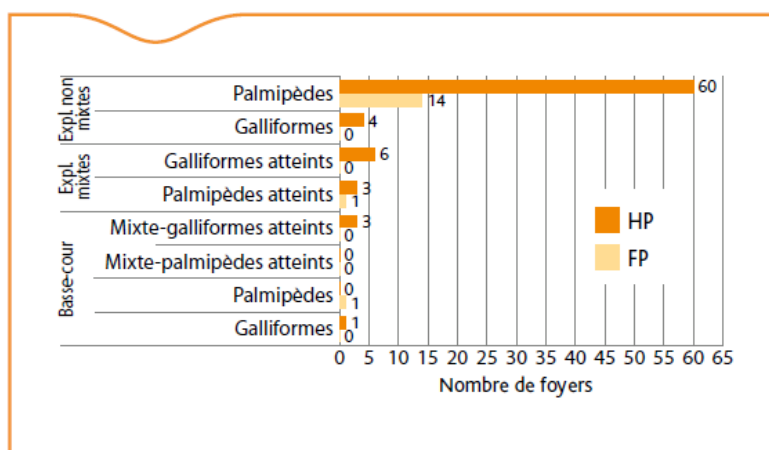


Figure 10 - Nombre de foyers d'IA H5 HP et FP selon les productions présentes sur l'exploitation et l'espèce atteinte (n = 93 foyers, France, 30/06/2016) (Source : Le Bouquin et al., 2016)

Les autorités sanitaires ont défini mi-décembre une grande zone de restriction dans laquelle des mesures spécifiques de surveillance et de restriction des mouvements devaient être appliquées (DRAAF, 2016 ; Le Bouquin et al., 2016). Ces mesures sont présentées dans l'arrêté ministériel du 9 février 2016 (DGAL, 2016b). Cette zone englobait totalement ou partiellement dix-sept départements représentant plus des trois quarts de la production nationale des palmipèdes à foie gras (Figure 9). Neuf départements étaient concernés par des foyers : Dordogne, Landes, Pyrénées-Atlantiques, Hautes-Pyrénées, Gers, Haute-Vienne, Lot, Haute-Garonne et Tarn. Une stratégie de dépeuplement progressif accompagnée d'une période d'assainissement a ainsi été définie dans cette zone. Les exigences de biosécurité dans les élevages de volailles ont par ailleurs été renforcées (arrêté ministériel du 8 février 2016).

La surveillance sérologique mise en place en France depuis 2003 a montré l'existence d'une circulation récurrente de virus H5 non réglementés dans certains élevages de palmipèdes depuis 2004 (Cherbonnel et al., 2007). L'hypothèse la plus probable sur l'origine des virus de l'épisode 2015-2016 serait la mutation initiale en virus hautement pathogène d'un virus faiblement pathogène circulant dans les populations de palmipèdes domestiques du Sud-Ouest depuis plusieurs années. Dans un second temps, ce virus H5 HP aurait, par réassortiments successifs, conduit à l'apparition des virus appartenant à au moins trois sous-types ayant des neuraminidases différentes (H5N1, H5N2 et H5N9). L'analyse phylogénétique complète a permis d'établir que cette mutation remonterait probablement autour du premier semestre 2014 (Briand et al., 2017). Le rôle de l'avifaune sauvage dans cet épisode semble donc limité.

2.3) L'épisode de 2016-2017

Entre novembre 2016 et mars 2017, la France a fait face à un nouvel épisode d'IAHP, dû au virus H5N8 HP de la lignée A/Goose/Guandong/1/1996 clade 2.3.4.4, introduit en Europe par des oiseaux sauvages migrateurs en provenance d'Asie (Cauchard et al., 2017 ; Bronner, Niqueux, et al., 2017 ; Alarcon et al., 2018 ; Napp et al., 2018 ; Guinat et al., 2018). La quasi-totalité des pays européens a été touchée par cette épizootie, mais la France est celui qui a été le plus fortement touché en élevage. La situation vis-à-vis de l'IA dans l'avifaune sauvage a été très variable d'un pays à l'autre en Europe au cours de cet épisode, notamment concernant

d'infection et stopper la propagation virale, que les mesures de gestion classiques ne permettaient pas de réduire suffisamment compte tenu de la forte densité d'élevages. Le dernier foyer en élevage a été détecté le 23 mars 2017. Du 17 avril au 28 mai 2017, un vide sanitaire a été organisé dans la zone coalescente réglementée couvrant les cinq départements. Les palmipèdes ont pu être remis en place à compter du 29 mai 2017 sous réserve du respect de mesures de biosécurité et de surveillance (Figure 12).

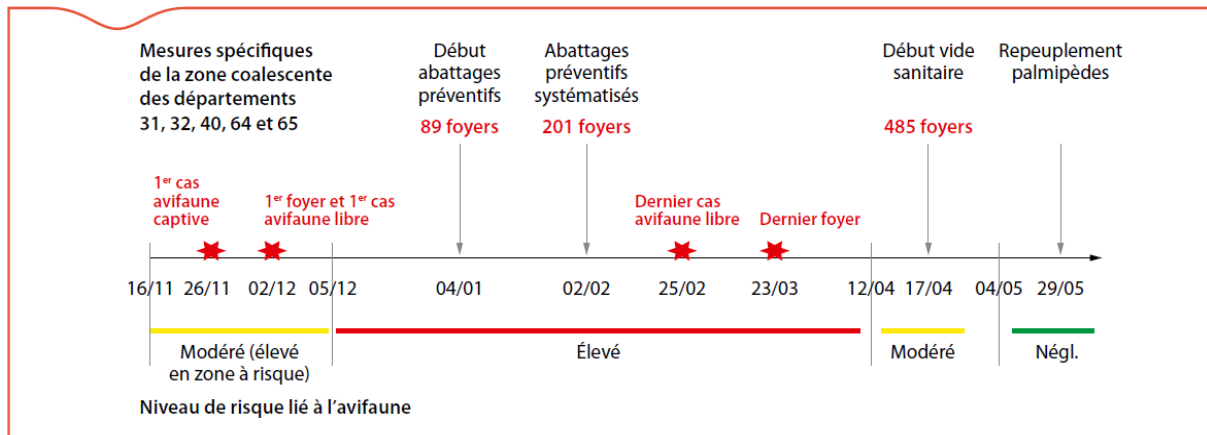


Figure 12 - Chronologie des principales mesures mises en place entre le 16/11/2016 et le 29/05/2017 (Source : Bronner et al., 2017)

Lors de cette crise, les foyers en élevage se sont concentrés dans neuf départements issus de deux régions : Nouvelle Aquitaine (Deux Sèvres, Landes, Pyrénées-Atlantiques) et Occitanie (Aveyron, Gers, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Lot-et-Garonne, Tarn) (Bronner, Niqueux, et al., 2017 ; Bronner, Moisson, et al., 2017 ; Guinat et al., 2018). Les foyers d'IAHP déclarés en élevage concernaient pour 80% d'entre eux des élevages de palmipèdes, 12,2% des élevages de galliformes, et 5,6% des élevages multi-espèces. Parmi les foyers de palmipèdes, 76% avaient une activité de PAG et 62% détenaient au moins une salle de gavage. Les foyers ont donc principalement concerné des élevages de palmipèdes, et en particulier des élevages de canards prêts-à-gaver.

Différents travaux suggèrent à ce jour que la propagation de l'infection entre élevages s'est faite majoritairement de proche en proche et est apparue principalement liée aux mouvements d'animaux, de véhicules ou de personnels entre les élevages, mouvements nettement plus intenses au sein de la filière palmipèdes gras qu'au sein de la filière Gallus (ANSES, 2017c ; Guinat et al., 2018 ; 2019). L'avifaune et la diffusion aéroportée auraient donc joué un rôle non prépondérant dans cet épisode (ANSES, 2017c ; 2017b ; Van De Wiele et al., 2017).

L'ampleur des crises ayant touché l'Europe et plus particulièrement la France ces dernières années témoignent de l'importance de la compréhension des modes de diffusion et de survie du virus pour la mise en place de mesures de biosécurité efficaces visant à prévenir l'apparition de nouvelles épizooties.

C) Epidémiologie des virus influenza aviaires : espèces réservoir, modes de transmission et survie du virus

1) Les espèces réservoir

La plupart des familles d'oiseaux sont susceptibles d'héberger des virus influenza de type A. Des souches faiblement pathogènes ont été détectées chez au moins 105 espèces d'oiseaux sauvages de 26 familles différentes (Olsen et al., 2006). Les oiseaux aquatiques sauvages hébergent une très grande diversité de souches. Toutes les données de la littérature concordent pour citer les oiseaux de l'ordre des Anseriformes (canards, oies, cygnes) et des Charadriiformes (mouettes, goélands, limicoles) comme les principaux réservoirs pour ces virus (Webster et al., 1992 ; Stallknecht, Shane, 1988 ; Alexander, 2000 ; Munster et al., 2007). Chez ces oiseaux, l'infection par un virus influenza demeure le plus souvent inapparente ou bien entraîne des signes cliniques assez frustes.

L'espèce la plus fréquemment trouvée excréant des virus influenza A est le canard colvert (*Anas platyrhynchos*) avec des niveaux de prévalence très élevés dans certaines sous-populations (Wallensten et al., 2006). Ces populations sont dites réservoir car elles hébergent de très nombreuses souches virales (une quarantaine de souches isolées chez le colvert) (Olsen et al., 2006), permettant la propagation et l'évolution de ces souches. Les colverts sont des canards dits « de surface », ce qui signifie qu'ils se nourrissent dans des eaux peu profondes en s'immergeant jusqu'à mi-corps seulement. Ces eaux, où sédimentent des boues chargées de matières organiques, sont propices à la survie du virus. De plus, lors de l'hivernage la grégarité entraîne une densité de population élevée pouvant atteindre plusieurs millions d'individus chez le canard colvert. Ceci favorise le maintien et la propagation du virus, ainsi que le brassage des souches (Munster et al., 2007).

Il semble que les flux migratoires jouent un rôle très important dans le cycle viral et la dissémination du virus (Whitworth et al., 2007 ; Gaidet, Caron, 2016 ; Endo, Nishiura, 2018). On attribue aux oiseaux d'eau migrants un rôle prépondérant dans la dissémination des épizooties d'IAFP à courte et moyenne distance, au sein d'un continent ou entre continents, sur des axes Nord-Sud mais également Est-Ouest (Jourdain et al., 2007 ; Artois et al., 2009). Le rôle des migrants dans la dissémination de souches d'IAHP est également mis en exergue (Chen et al., 2006 ; Wang et al., 2008 ; Reperant et al., 2010). En effet, des virus IAHP ont été isolés chez ces oiseaux grands migrants, y compris dans des zones où aucune épizootie n'avait précédemment été décrite chez la volaille, suggérant ainsi l'introduction du virus par l'avifaune sauvage. Cependant, leur capacité à héberger des virus IAHP lors de très longs trajets migratoires sans en être affectés cliniquement, et donc potentiellement de disséminer des virus IAHP à très grande distance est très controversée (Feare, Yasué, 2006).

Les connaissances sur le rôle épidémiologique des oiseaux sauvages terrestres sont moins étendues. La prévalence pour ces espèces est rarement connue mais généralement très faible. Certains ordres comme les Passeriformes peuvent néanmoins jouer un rôle important dans la transmission de l'influenza aviaire à la volaille domestique en tant qu'espèces anthropophiles, vivant de préférence à l'abord des habitats humains. Les Passeriformes sont en effet des hôtes

possibles pour les virus influenza, cependant le niveau de prévalence au sein de ce groupe est généralement très faible, variant de 0 à 2,9% selon les études (Stallknecht, Shane, 1988 ; Munster et al., 2007 ; Alexander, 2007). Malgré ces faibles niveaux de prévalence semblant très fortement limiter leur rôle de réservoir de virus IA, ces oiseaux peuvent tout de même jouer un rôle important en tant qu'« hôte relais ». En effet, ces oiseaux vivant à l'interface entre l'avifaune sauvage peuplant les zones humides (hôtes réservoir des virus IA) et les volailles de rentes élevées en plein air avec lesquelles ils ont de nombreux contacts, ils peuvent ainsi jouer le rôle d'espèce relais entre ces deux populations (Gaidet, Caron, 2016).

Dès lors, pour éviter l'infection des espèces avicoles domestiques, il convient d'éviter au maximum les contacts directs ou indirects avec l'avifaune sauvage.

2) Les modes de transmission

Chez les oiseaux, les virus IA sont à tropisme respiratoire et digestif. Ainsi l'excrétion virale se réalise par l'intermédiaire des fientes infectieuses et d'aérosols respiratoires (Webster et al., 1992 ; Swayne, 2008). La prédominance d'une voie d'excrétion par rapport à l'autre est variable selon la souche virale et selon l'espèce d'oiseau.

Chez les oiseaux sauvages, le lieu principal de réplication des virus IA est le tractus digestif, ils excrètent donc de grandes quantités de particules virales par voie fécale. Les modalités d'excrétion virale ont très bien été étudiées chez le canard colvert, espèce réservoir des virus IA. L'excrétion des virus IAHP se fait principalement par voie fécale dans cette espèce, la voie respiratoire semblant jouer un rôle relativement mineur. L'excrétion débute le premier jour après l'infection et perdure trois à sept jours, voire jusqu'à trois semaines après l'infection (Jourdain et al., 2010 ; Wahlgren, 2011). La transmission des virus IA chez les oiseaux aquatiques sauvages est donc principalement indirecte et fait intervenir un cycle oro-fécal, par l'intermédiaire des eaux de surface.

Chez les galliformes domestiques, espèces les plus sensibles, l'excrétion se fait à la fois par les voies respiratoires et digestives (Swayne, 2008). Au sein des lots de volailles, la transmission se fait essentiellement par contact direct via les sécrétions respiratoires et pourrait constituer une voie de sélection de souches virales plus adaptées à ces populations (Liu et al., 2003). De plus, la transmission aéroportée pourrait être une voie de contamination d'un bâtiment contenant des volailles infectées à un bâtiment voisin, voire à un élevage voisin. En effet, une étude menée en 2017 sur des foyers d'IAHP H5N8 a permis de mettre en évidence la détection d'ARN de virus IA H5 dans l'air à l'intérieur, mais également à l'extérieur des bâtiments d'élevage (Scoizec et al., 2018). Ces résultats suggèrent que l'air évacué de bâtiment de volailles infectées par un virus IAHP H5N8 pourrait être une source de contamination environnementale via les aérosols, par dépôt de poussière contaminée sur les surfaces à proximité des bâtiments générant ainsi de possibles vecteurs passifs (personnes, matériels, véhicules, etc.) et sont donc en faveur de la possibilité d'une transmission aéroportée sur de courtes distances. Ce phénomène serait néanmoins très dépendant des facteurs climatiques pouvant influencer la survie des virus ainsi déposés ou transportés tels que la température, l'humidité relative et l'exposition aux ultra-violets.

La transmission indirecte par l'intermédiaire de souillures peut également être à l'origine d'une introduction de virus IA en élevage (Alexander, 2007 ; Swayne, 2008). En effet, bien que la concentration en particules virales soit plus faible dans les fèces que dans les sécrétions respiratoires, l'excrétion fécale assure la contamination de l'environnement. **Cela explique le rôle très important des vecteurs passifs, notamment l'eau, les aliments (souillure des grains non protégés de volailles dans un élevage plein-air par les fientes d'oiseaux sauvages), le matériel et le personnel, dans la dissémination de l'infection d'un endroit à un autre.**

3) La survie du virus

Pour infecter un nouvel hôte, les virus influenza passent généralement par une phase libre dans l'environnement. Leur stabilité dans cet environnement représente nécessairement un déterminant essentiel de leur capacité de transmission. La présence d'une enveloppe rend ces virus fragiles dans le milieu extérieur et fortement sensibles aux conditions environnementales.

En milieu aquatique, la stabilité virale dépend essentiellement de trois facteurs : la température, le pH et la salinité. Plusieurs études ont démontré le rôle de ces trois facteurs pour la stabilité virale (Stallknecht et al., 1990 ; Lebarbenchon et al., 2011 ; Brown et al., 2007 ; 2009 ; Zarkov, 2006). L'équipe de Stallknecht a ainsi testé la persistance des virus influenza aviaires à 17 ou 28°C pour une salinité de 0 ou 2% NaCl et un pH allant de 6,2 à 8,2. Ces travaux ont ainsi montré que dans des conditions de salinité modérée (2% NaCl), la persistance du virus, maximale à pH 6,2, décroît aux pH plus élevés (7,2 et a fortiori 8,2). L'équipe a ensuite complété ces résultats en étendant la gamme des valeurs des paramètres testés. Il ressort globalement de ces études que la persistance des virus influenza aviaires dans l'eau apparaît maximale à faible température et à faible salinité, ainsi qu'à pH légèrement basique.

En milieu aérien, la stabilité virale dépend de la température, des rayonnements ultraviolets et de l'humidité de l'air. De nombreux auteurs se sont là aussi intéressés à l'étude de ces différents facteurs. Par exemple, une étude expérimentale de 2009 a montré qu'un virus H5N1 pouvait survivre plus de 100 jours à 4°C mais était inactivé après 24h à 28°C et après 30 minutes à 56°C (Shahid et al., 2009). Une autre étude réalisée sur des cochons d'inde à partir d'une souche humaine a montré qu'une température de 30°C bloquait la transmission aérienne du virus entre des animaux infectés et des animaux sains (Lowen et al., 2008). Il ressort globalement de ces études qu'une fois rejetés dans l'air, la stabilité des virus influenza est maximale avec une faible température et une faible humidité (qu'elle soit relative ou absolue) ainsi qu'un rayonnement UV modéré. Déposés sur une surface, ils y demeurent infectieux d'autant plus longtemps que celle-ci est peu poreuse et qu'ils sont inclus dans des sécrétions nasales (Vittecoq et al., 2011).

Concernant les agents chimiques, une étude de 2009 a montré que ces virus étaient globalement sensibles à tous les solvants et désinfectants usuels lorsqu'utilisés aux concentrations recommandées (Shahid et al., 2009).

Cependant, malgré une forte sensibilité aux conditions environnementales, les virus peuvent persister plus longtemps lorsqu'ils se retrouvent protégés dans des milieux riches en matières organiques, telles que les sécrétions nasales, les fèces ou encore les plumes d'oiseaux. Les lisiers ont notamment été identifiés comme une source possible de dissémination du virus. En effet, une combinaison de facteurs favorables associant une température basse, un pH neutre, l'absence d'exposition aux UV et une protection par un milieu riche en matières organiques sont susceptibles de se retrouver dans une fosse à lisier en période hivernale. Une étude de 2017 a ainsi 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 et d'au moins sept semaines pour un autre virus influenza aviaire de sous-type 4 (Le Bouquin et al., 2017).

Pour être efficaces, les mesures de biosécurité vis-à-vis du risque d'influenza aviaire doivent donc prendre en compte l'épidémiologie complexe de ces virus dans sa totalité, notamment concernant les divers modes de transmission et de survie dans l'environnement, afin d'en maîtriser tous les aspects. Un nombre conséquent de mesures de biosécurité ont ainsi été rendues obligatoires pour les élevages de volailles par l'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 8 février 2016, afin de réduire au maximum le risque d'émergence de nouvelles épizooties.

III. La biosécurité dans la réglementation française

A) L'arrêté ministériel du 8 février 2016

Les mesures de biosécurité en élevage aviaire ont toujours existé, cependant, elles ont en France fait l'objet d'un encadrement réglementaire strict en 2016 suite à l'épisode d'influenza aviaire hautement pathogène de 2015-2016. L'arrêté ministériel 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 » fixe ainsi les mesures de biosécurité obligatoires pour **tous les détenteurs d'oiseaux** (DGAL, 2016a). La biosécurité y est alors 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 ». Cet arrêté pose donc de nouvelles bases pour les éleveurs en créant des obligations de moyens et de résultats, dont la mise en oeuvre relève de l'éleveur, mesures qui jusqu'alors étaient d'application volontaire et souvent ignorées.

Cet arrêté a connu de nombreuses modifications depuis sa publication initiale, notamment suite à l'épisode d'IAHP de 2016-2017, qui a conduit à un renforcement des règles obligatoires de protection des élevages pendant les périodes de migration (claustration), avec des périodes de vides sanitaires obligatoires et l'application de protocoles stricts concernant le matériel (caisses de transport) et les intervenants extérieurs. La dernière modification de l'arrêté date du 3 juin 2019.

L'article 2 de l'arrêté du 8 février 2016 impose à tout détenteur (« propriétaire ou personne chargée de pourvoir à l'entretien des volailles ») d'élaborer un plan de biosécurité sur la base d'une analyse de risque de son exploitation. Cette analyse doit permettre de s'assurer que l'éleveur a pris en compte les différents risques de contamination vers et/ou à partir de son site d'exploitation, en particulier l'environnement immédiat du site vis-à-vis du risque influenza (densité d'élevage avicole, zone de regroupement de l'avifaune, élevages non commerciaux, abattoir de palmipèdes), et les flux de personnel, matériel, animaux, produits et sous-produits liés à son contexte de production. Pour élaborer son plan de biosécurité, l'éleveur peut bénéficier de différents appuis, tels que les référentiels professionnels, les vétérinaires ou les techniciens d'élevage. Concernant les référentiels, un certain nombre de guides de bonnes pratiques validés ont été mis à disposition des éleveurs. L'Institut Technique des filières Avicole, Cunicole et Piscicole a ainsi mis à disposition sur son site internet des fiches didactiques pour aider les éleveurs à satisfaire les obligations de cet arrêté ministériel en tenant compte des différents types de production (ITAVI, 2017).

L'arrêté du 8 février 2016, les diverses instructions techniques et notes de service en relation avec cet arrêté, et enfin les fiches ITAVI, ont servi de bases dans les paragraphes suivants pour présenter les principales mesures de biosécurité rendues obligatoires par cet arrêté (DGAL, 2016a ; 2016d ; 2017a ; 2017b ; 2018a ; ITAVI, 2017).

1) Définition des unités de production et mesures à respecter pour chaque unité

Dans l'arrêté du 8 février 2016, une unité de production (UP) est définie comme « Toute partie d'une exploitation qui se trouve complètement indépendante de toute autre unité du même établissement en ce qui concerne sa localisation et les activités routinières de gestion des volailles ou autres oiseaux captifs qui y sont détenus ». L'indépendance d'une unité de production repose donc à la fois sur des critères de séparation dans l'espace (matérialisation des limites) et de séparation dans les activités quotidiennes, notamment concernant l'utilisation du matériel. En effet, le matériel utilisé dans une unité de production doit idéalement être dédié à cette unité. Si ce n'est pas le cas, il doit être correctement nettoyé et désinfecté avant chaque changement d'unité.

La conduite en bande unique est obligatoire dans toute unité de production. Cette conduite repose sur plusieurs principes. Tout d'abord, il doit s'agir d'un lot d'animaux de même espèce, c'est-à-dire qu'il ne doit pas y avoir de cohabitation ni de lien direct ou indirect entre une unité de production détenant des palmipèdes et une unité de production détenant d'autres espèces de volailles. Si l'accès à un parcours est possible, le parcours doit être clôturé afin d'éviter tout contact entre des volailles d'unités de production différentes. Ensuite, les animaux du lot doivent être introduits dans la même période, idéalement le même jour, mais un écart de 15 jours maximum entre le début de la première mise en place et la dernière est toléré. Enfin, les animaux doivent être de stade physiologique homogène. On considère comme même stade physiologique, des volailles présentant un stade de production identique. Pour exemples, un lot de poulettes futures pondeuses, un lot de volailles de chair au stade de la finition ou un lot de canard en pré-gavage constituent chacun des stades physiologiques homogènes.

Un vide sanitaire de l'unité de production est obligatoire entre chaque bande après les opérations de nettoyage et désinfection (N/D) de l'unité. La durée du vide sanitaire doit être adaptée à chaque type de production. Par exemple, dans le cas des palmipèdes gras, la durée du vide sanitaire des parcours ne peut être inférieure à 42 jours, et à 14 jours pour les bâtiments d'élevage à l'exception des bâtiments de gavage pour lesquels la durée est de 48 heures. Le détenteur doit définir un plan de nettoyage-désinfection et de vides sanitaires pour l'ensemble de son exploitation qui détaille pour chaque unité de production les opérations à réaliser. Ce plan doit préciser les étapes, les produits utilisés, les dosages, les conditions d'utilisation, les types d'autocontrôles et leur périodicité, ainsi que les actions correctives prévues en cas de résultats défavorables des autocontrôles. Ce plan concerne à la fois l'intérieur des bâtiments, les parcours, et le matériel qui s'y trouve, tels que les systèmes d'alimentation et d'abreuvement, ou encore les abris. Les opérations de nettoyage-désinfection et vides sanitaires doivent être enregistrées pour chaque unité de production.

L'accès à chaque UP doit être protégé par un sas sanitaire clos. Le passage par ce sas est obligatoire pour accéder à l'unité, une tenue spécifique ou des tenues à usage unique sont disponibles et revêtues (chaussures et vêtements) et le lavage des mains est indispensable avant chaque accès. Ce sas, idéalement séparé en trois zones, peut être agencé en deux zones (Figure 13) : la zone « sale », un banc permettant de pivoter d'une zone à l'autre et de marquer clairement la séparation entre les deux, et une zone « propre ». Ce sas peut se prendre dans les deux sens, selon si l'on entre dans le bâtiment (zone « sale » vers zone « propre ») ou si l'on en sort (zone « propre » vers zone « sale »). Le principe est le même dans les deux cas, seul le sens de circulation diffère.

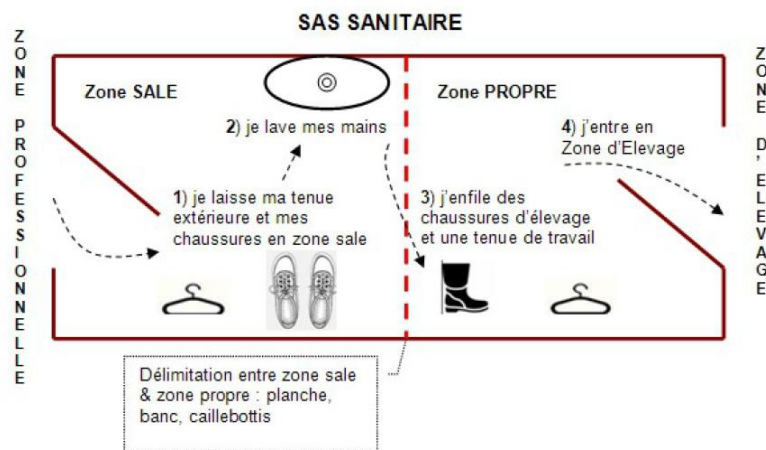


Figure 13 - Conception d'un sas : séparation zone sale / zone propre (Source : ITAVI, 2017)

Dans le cadre des opérations impliquant une manipulation des oiseaux vivants ou morts (vaccination, ramassage des cadavres, etc.), le détenteur doit s'assurer que les intervenants sont informés des règles de biosécurité qu'ils doivent respecter et qu'ils disposent de tenues spécifiques et propres.

2) Zonage du site d'exploitation et gestion des flux

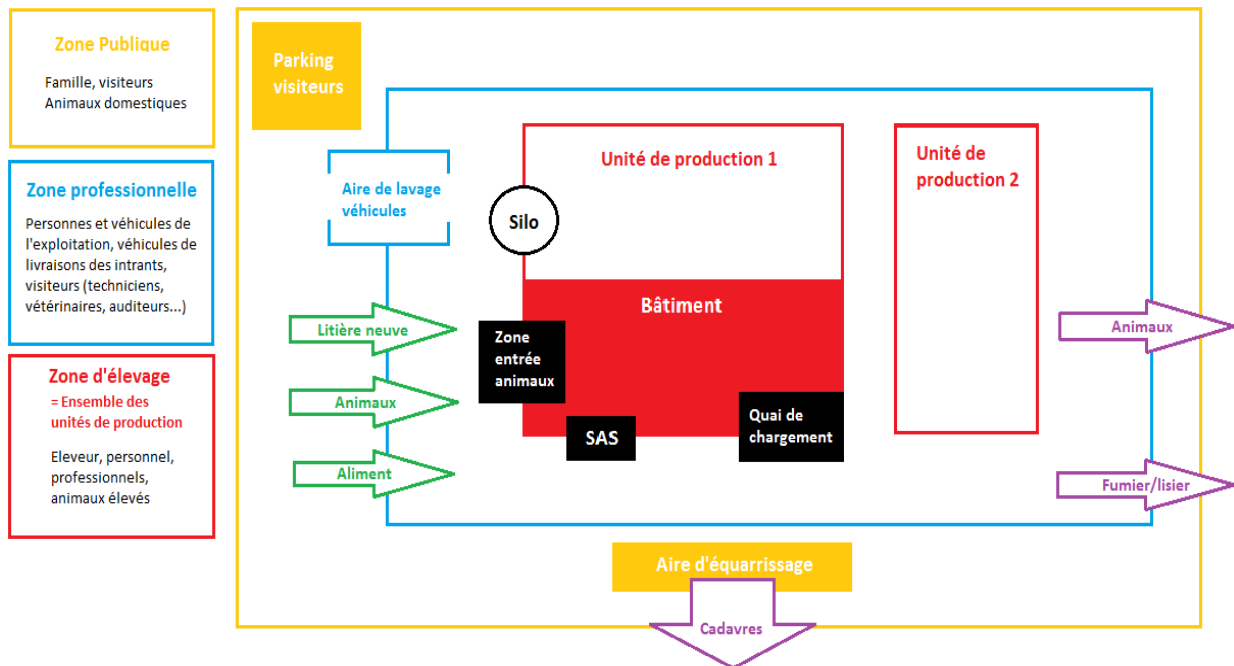


Figure 14 - Zonage du site d'exploitation et gestion des flux (D'après : ITAVI, 2017)

Le zonage de l'exploitation est tout d'abord primordial dans la mise en place des mesures de biosécurité. Cela permet de délimiter les zones accessibles par les différentes personnes présentes sur l'exploitation. Les trois zones définies à l'échelle de l'exploitation sont : la Zone d'Élevage (correspondant à l'ensemble des unités de production), la Zone Professionnelle (zone de travail où circulent les personnes et véhicules habilités tels que les véhicules de livraison des intrants) et enfin la Zone Publique (zone de vie sociale où peuvent notamment se trouver les locaux d'habitation et où peuvent circuler les visiteurs et les animaux domestiques) (Figure 14). Les animaux de compagnie sont interdits dans la zone professionnelle, à l'exception des chiens de travail. Le site d'exploitation est défini comme l'ensemble de la zone d'élevage et de la zone professionnelle.

Pour que ce zonage soit respecté, et pour réduire les risques de contamination entre zones, il convient d'installer des barrières sanitaires, et des panneaux indiquant clairement l'interdiction de les franchir. Ces barrières sanitaires peuvent prendre différentes formes : chaîne, grillage, palissade, haie, marquage au sol, etc. Il faut ensuite définir des zones de franchissement de ces barrières sanitaires (Figure 14). Ces zones de franchissement correspondent par exemple à une aire de lavage des véhicules lors de leur entrée en zone professionnelle. En effet, dans le cas où l'exploitation se situe en zone réglementée vis-à-vis de l'influenza aviaire, l'arrêté du 8 février 2016 impose une désinfection *a minima* des roues et bas de caisse et du hayon, précédée autant que possible d'un nettoyage. Deux zones supplémentaires doivent être définies au sein de la zone publique : une zone de stationnement réservée aux visiteurs et une zone d'équarrissage permettant à l'équarrisseur de collecter les cadavres sans rentrer en zone professionnelle.

Ce zonage va également permettre de définir un plan de circulation et de gestion des flux au sein du site d'exploitation (flux de matériels, véhicules, personnes, animaux, sous-produits)

(Figure 14). La gestion des flux doit être réalisée dans le but d'éviter tout croisement entre les flux entrants et sortants (principe de marche en avant). La gestion des flux dans l'espace est à privilégier, mais si le croisement des flux entrants et sortants dans l'espace est impossible à éviter, la gestion doit alors au minimum se faire dans le temps (procédures compensatoires et contrôles).

Le site d'exploitation est réservé aux intervenants indispensables à la conduite de l'élevage (vétérinaires, techniciens, attrapeurs, etc.), ces intervenants doivent être inscrits nominativement dans le registre d'élevage (qui est obligatoire) s'ils interviennent régulièrement, ou par catégories d'intervenants s'ils changent à chaque intervention.

3) Mesures de protection vis-à-vis de l'avifaune sauvage et des nuisibles

La protection contre l'avifaune sauvage est un point clé de biosécurité dans le cadre de l'influenza aviaire. Tout contact, direct ou indirect, doit être évité avec les volailles de l'exploitation. Pour cela, les oiseaux sauvages ne doivent pas avoir accès à l'intérieur des bâtiments, ni aux dispositifs d'alimentation et d'abreuvement des volailles. Ces dispositifs doivent être protégés, soit en étant placés à l'intérieur des bâtiments, soit en étant couverts d'un toit s'ils sont situés sur les parcours. De même, les lieux de stockage des aliments et de la litière neuve doivent être inaccessibles aux oiseaux sauvages. Les aliments doivent être stockés dans des silos ou dans des sacs hermétiques, et aucun dépôt d'aliment ne doit être présent sous les silos. Il est également préconisé de limiter les points d'eau stagnante sur les parcours qui pourraient attirer l'avifaune sauvage potentiellement porteuse du virus.

Une mesure de protection supplémentaire vis-à-vis de l'avifaune sauvage est l'obligation de claustration des volailles en bâtiment dans les situations où l'arrêté du 16 mars 2016 le prévoit (DGAL, 2016c). Cette claustration est obligatoire lorsque le niveau de risque est modéré sur les zones à risque particulier ou élevé sur l'ensemble du territoire, sauf dérogation (aucune dérogation n'est possible pour les exploitations détenant un effectif égal ou supérieur à 3200 palmipèdes). De plus, et indépendamment du niveau de risque, les exploitations détenant 3200 palmipèdes ou plus doivent systématiquement les alimenter en bâtiment du 15 novembre au 15 mars de chaque année.

La gestion des nuisibles est également un poste important. Le détenteur doit élaborer un plan de lutte contre les nuisibles. Pour cela, il doit justifier d'un contrat ou d'une procédure de dératisation pour l'ensemble de son site d'exploitation qui précise les lieux de dépôt des appâts ainsi que la fréquence des vérifications. Il doit conserver les enregistrements des interventions pendant cinq ans. La lutte contre les nuisibles passe également par l'entretien des abords des bâtiments et des parcours, afin d'éviter les « niches écologiques » de nuisibles et de maintenir un état correct permettant un assainissement naturel optimal en vide sanitaire. Les abords des bâtiments doivent donc être propres, désherbés ou tondus, et non encombrés. Les parcours doivent être herbeux, arborés ou cultivés et maintenus en bon état, sans stockage de matériel. De même, les lieux de stockage des aliments et de la litière neuve doivent être inaccessibles aux rongeurs.

4) Gestion des sous-produits animaux

La gestion des sous-produits animaux passe principalement par la gestion des cadavres et du lisier, des fientes sèches et du fumier. Ce sont en effet des matières très contaminées et contaminantes qu'il est donc impératif de gérer correctement.

Le détenteur doit réaliser une surveillance 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 doivent donc être collectés quotidiennement et conservés dans un équipement adapté (température négative dès lors que l'enlèvement est différé au-delà de 48h). 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.

Les lisiers, fientes sèches et fumiers sont des facteurs de risque importants de contamination ou de diffusion lors de l'épandage s'ils ne sont pas assainis, ou via le voisinage lorsque les installations ne sont pas suffisamment isolées et protégées. Ces effluents doivent donc être stockés de manière à prévenir tout risque de contamination des unités de production du site ou des sites voisins (le stockage sur parcours est notamment interdit). L'épandage en surface du lisier, des fientes sèches et du fumier non assainis est également interdit. L'assainissement peut alors être obtenu soit par stockage et assainissement naturel, soit par assainissement rapide, soit au sein d'un établissement enregistré ou agréé. Le délai d'assainissement naturel est de 60 jours pour le lisier et les fientes sèches, et de 42 jours pour le fumier mis en tas et laissé exposé à sa propre chaleur. Par dérogation, les effluents non assainis peuvent être enfouis à une profondeur de 10-15 cm sur l'exploitation d'origine, ou sur une autre exploitation sous réserve d'un engagement écrit du responsable de l'exploitation de destination de respecter les conditions d'enfouissement. L'expédition d'effluents non assainis à destination d'installations utilisées pour l'élevage d'animaux est interdit.

5) Formation en biosécurité du détenteur et du personnel permanent

L'arrêté du 8 février 2016 oblige les détenteurs et leur personnel permanent à suivre une formation relative à l'élaboration et la gestion d'un plan de biosécurité et aux bonnes pratiques d'hygiène, et à y sensibiliser leur personnel temporaire. Les attestations de formation doivent être jointes au plan de biosécurité

6) Contenu minimal du plan de biosécurité

Le plan de biosécurité établi par le détenteur doit donc contenir les 12 éléments suivants :

1. Le plan de circulation incluant la délimitation de la zone publique et du site d'exploitation, des aires de stationnement et de lavage, et les sens de circulation.
2. La liste tenue à jour des personnes indispensables au fonctionnement des unités de production ou de détention d'oiseaux sauvages captifs, en précisant leurs fonctions.

3. Le plan de gestion 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 nettoyage-désinfection et de vides sanitaires, par unité de production (comprenant les protocoles et les enregistrements).
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.

B) Les inspections

Dans le but de contrôler l'application effective des mesures de biosécurité rendues obligatoires par l'arrêté ministériel du 8 février 2016, entré en vigueur le 1^{er} juillet 2016, des inspections officielles ont été mises en place à l'échelle nationale par la DGAL et conduites par les DDecPP.

L'arrêté du 8 février 2016, la note de service du 17 octobre 2016 et l'instruction technique du 22 septembre 2017 en relation avec cet arrêté (DGAL, 2016a ; 2016d ; 2017a) ont servi de bases dans les paragraphes suivants pour présenter le déroulement de ces inspections.

1) Sélection des exploitations à contrôler

Les inspections ont visé toute exploitation commerciale de volailles. L'inspection de certaines exploitations non commerciales pouvait également être prévue mais ne faisait pas partie des objectifs nationaux. Les élevages de palmipèdes ont été contrôlés en priorité jusqu'à fin 2017, néanmoins d'autres types de production ont été inclus dans le plan d'inspection en fonction de l'analyse de risque locale et de l'importance relative des palmipèdes par rapport aux autres productions avicoles.

La sélection des exploitations de palmipèdes à inspecter comprenait un volet aléatoire afin que tous les élevages soient potentiellement concernés, et un volet ciblé par rapport au risque d'influenza aviaire.

Les critères de ciblage étaient les suivants :

- inspection des exploitations hébergeant ou ayant hébergé des troupeaux séropositifs ;
- inspection des exploitations de palmipèdes reproducteurs ;
- inspection des exploitations de palmipèdes situées à moins de 250 mètres d'un couvoir ou d'ateliers hébergeant des troupeaux reproducteurs (palmipèdes ou autres) ;
- inspection d'exploitations polyvalentes (démarrage, PAG et/ou gavage) ;
- sélection d'élevages mixtes palmipèdes/gallinacées ;
- prise en compte de la densité d'ateliers de palmipèdes et, de façon générale, de volailles, y compris les exploitations non commerciales.

Chaque département a opéré sa propre sélection en fonction des critères susmentionnés. La répartition entre les deux types de recrutement, aléatoire et ciblé, a été laissée à l'appréciation des DDecPP.

2) Déroulement des inspections

L'inspection est effectuée au moyen d'une grille de contrôle qui inclut deux volets. Le premier volet est un contrôle documentaire consistant à vérifier la présence d'un plan de biosécurité adapté à l'exploitation, ainsi que tous les enregistrements assurant la traçabilité des intrants et des opérations qui contribuent à la biosécurité. Le deuxième volet est un contrôle sur le terrain consistant à vérifier la bonne application du plan lors de la visite de l'exploitation et son adéquation avec la réalité de l'élevage. Ce contrôle sur le terrain doit concerner l'ensemble du site d'exploitation.

Les grilles d'inspection comprennent environ entre 50 et 65 items, chaque item faisant référence à un point de la réglementation de l'arrêté du 8 février 2016. Trois versions officielles de grille d'inspection ont été publiées, la première dans la note de service du 17 octobre 2016 (DGAL, 2016d), la seconde dans l'instruction technique du 22 septembre 2017 (DGAL, 2017a), et la troisième dans l'instruction technique du 16 novembre 2017 (DGAL, 2017b). Entre chaque version la grille est légèrement modifiée, avec reformulation et précision de certains items, et ajout de quelques items supplémentaires. Par ailleurs, certains items n'ayant pas été explicités dans les premières versions de la grille d'inspection, ils ont pu être interprétés différemment par les DDecPP. Un exemple de grille d'inspection (grille publiée dans l'instruction technique du 22 septembre 2017 (DGAL, 2017a)) est consultable en [Annexe 1](#).

En outre, un guide d'aide à l'inspection a été constitué, sa première version a été publiée dans l'instruction technique du 22 septembre 2017 (DGAL, 2017a). Ce guide explicite les éléments à contrôler pour chaque item, les notes à donner en fonction des non-conformités observées et les items prioritaires qui pourront faire l'objet de sanction en cas de non-conformité majeure. Ces items prioritaires sont, en grande partie, directement liés au risque d'introduction de virus influenza au sein d'une exploitation.

3) Sanctions

Jusqu'à fin 2016, les contrôles officiels avaient une visée pédagogique. A partir de janvier 2017, les sanctions en cas de manquement sont devenues plus strictes et ont donné lieu à des mises en demeure. Selon le manquement constaté le préfet peut, en fonction de la gravité : imposer la claustration des volailles ou leur protection par des filets, imposer un vide sanitaire complet du site d'exploitation, interdire la mise en place de toute nouvelle bande, imposer une mise sous surveillance avec réalisation d'opérations de nettoyage-désinfection et de dépistage, ou encore toute autre mesure technique qu'il jugera appropriée.

4) Demande de délai pour la mise en conformité de l'exploitation

Le cadre créé par l'arrêté du 8 février 2016 a nécessité un temps d'appropriation pour nombre d'éleveurs, un délai de deux ans a ainsi pu être accordé par le préfet à certaines exploitations pour mettre en oeuvre les aménagements et travaux nécessaires.

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

L'objectif de cette thèse est d'analyser les résultats de l'ensemble des inspections officielles ayant eu lieu dans les exploitations de volailles suite à l'entrée en vigueur de l'arrêté du 8 février 2016.

I. Matériels et méthodes

A) Collecte et mise en forme des données

1) Collecte des données

Les données collectées dans le cadre de cette thèse sont les rapports des inspections officielles des exploitations de volailles réalisées sur l'ensemble du territoire français métropolitain de début 2016 à mars 2018, dans le cadre des mesures imposées par l'arrêté ministériel du 8 février 2016. Certains rapports ont été récupérés directement au siège des DDecPP, d'autres ont été transmis par voie électronique par la DGAL. Au total, 1616 rapports d'inspection ont été collectés. Le détail du nombre de rapports collectés par département est présenté dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Nombre de rapports d'inspection collectés par département

N° département	01	02	03	07	08	09	10	12	13	14	15	20	22	23
Rapports	33	10	14	29	10	14	10	35	19	23	9	2	19	10
N° département	24	26	31	32	35	36	39	40	41	42	43	44	48	49
Rapports	29	36	43	151	16	19	3	445	25	29	10	19	10	68
N° département	50	51	52	53	54	55	56	57	58	60	62	63	65	67
Rapports	3	4	10	28	10	10	23	5	9	10	4	41	57	5
N° département	68	69	71	73	76	79	80	83	84	85	87	88		
Rapports	9	7	19	9	42	54	7	5	10	59	26	10		

Les rapports sont initialement présentés sous forme de fichiers pdf ou fichiers Excel individuels. Chaque rapport contient une grille d'inspection rempli par l'inspecteur, ainsi qu'un résumé des principales non-conformités relevées pendant la visite de l'exploitation et les éventuelles sanctions qui en découlent. Les grilles d'inspection utilisées par l'inspecteur peuvent différer d'un rapport à l'autre. Elles ont en effet connu plusieurs versions (suivant les diverses modifications de l'arrêté du 8 février 2016) et certains items moins détaillés ont pu être inspectés différemment entre les inspecteurs ou les départements (il revient aux DDecPP de mettre en place ces inspections). Différentes versions des grilles d'inspection ont donc pu être utilisées selon la date de l'inspection et le département dans lequel elle a eu lieu. Pour rappel, à titre d'exemple, la grille d'inspection publiée dans l'instruction technique du 22 septembre 2017 (DGAL, 2017a) est présentée en Annexe 1.

2) Saisie informatique des données

L'étape suivante a consisté en une étape de saisie informatique des rapports d'inspection recueillis (et plus précisément des grilles d'inspection contenues dans chaque rapport), dans le but d'obtenir l'ensemble des données sous un format homogène et exploitable par la suite. La saisie a été réalisée au moyen du logiciel Le Sphinx©, logiciel permettant de concevoir des formulaires de saisie en ligne. Au préalable de cette saisie, un travail de repérage des différentes versions de grilles existantes dans les rapports collectés a été nécessaire. En effet, pour conserver fidèlement les données au cours de la saisie, un formulaire de saisie a dû être créé pour chaque version de grille d'inspection. Au total, 14 versions différentes ont été repérées, conduisant ainsi à la création de 14 formulaires de saisie, chaque formulaire correspondant à une version de la grille d'inspection. L'ensemble des données a ensuite été saisi via ces formulaires.

Une fois la saisie terminée, les données ont été exportées sous format Excel à partir du logiciel Le Sphinx© : 14 tableaux ont ainsi été obtenus. Chaque tableau Excel correspond aux données saisies via un formulaire, et correspond donc à une version de la grille d'inspection.

3) Nettoyage et mise en forme des bases de données

Le travail de nettoyage et de mise en forme des données a été réalisé au moyen du logiciel RStudio (une interface du logiciel R). Les 14 tableaux Excel ont d'abord été importés. Ensuite, dans le but d'obtenir des données plus faciles à utiliser, les valeurs manquantes ou les valeurs aberrantes ont été détectées et corrigées, ainsi que les accents et autres caractères spéciaux (pouvant générer des erreurs dans le traitement des données).

Les tableaux ainsi nettoyés sont représentés comme suit (Tableau 2) :

Tableau 2 - Extrait d'un des 14 tableaux

plan_circu	plan_circu_c	gest_flux	gest_flux_c
C	Presence dun plan de circulation incomplet (absen...	C	Croisement dans l'espace mais pas dans le temp...
D	absence	D	absence
A	Le plan ne comporte que les mouvements de lele...	A	Configuration du site ne permet pas une gestion ...
A	NA	A	La configuration du site ne permet pas une gestio...
A	Existe mais difficile a verifier car trace sur plusieu...	C	La gestion des flux se fait dans le temps, pas dan...
B	Plan de circulation etabli mais a revoir cf § 1.1 et ...	A	NA
A	NA	B	Tous les flux passent par la meme voie d'acces (e...
C	Tres incomplet. Ne sont pas materialises la sortie...	C	Plan de circulation incomplet. La gestion des flux ...
C	NA	A	Veiller a ce que tour de roues et bas de caisse ca...
D	Plan de biosecurite non redige	D	Zones publique et professionnelle non definies. L...
D	Absence de plan	D	Absence de plan

Dans les tableaux, chaque ligne correspond à une exploitation inspectée et chaque colonne correspond à un item de la grille d'inspection ou à son commentaire (une colonne commentaire est matérialisée par un « _c »). Les colonnes en exemple dans le Tableau 2 correspondent aux items « Existence d'un plan de circulation » et « Gestion des flux ».

Les items des grilles d'inspection constituent les **variables** de l'étude. Les premières variables correspondent aux renseignements sur l'exploitation (nom de l'exploitation, numéro de siret, adresse, code postal, ville, date de l'inspection, inspecteur etc.). Les variables suivantes correspondent aux points évalués lors de la visite. Deux notations différentes sont possibles pour ces variables : la première est une notation en « A », « B », « C » ou « D » avec A représentant un résultat conforme, B une non-conformité mineure, C une non-conformité moyenne et D une non-conformité majeure ; la seconde est une notation en « Conforme » ou « Non Conforme ». De plus, dans certaines grilles d'inspection, deux types de réponses supplémentaires étaient possibles : la réponse « Pas observé », lorsque l'évaluation d'un item était impossible durant la visite de l'exploitation ; et la réponse « Sans objet », lorsque l'évaluation d'un item ne présentait pas d'intérêt dans l'exploitation (par exemple l'évaluation de l'entretien des parcours extérieurs dans une exploitation ne possédant pas de parcours).

Un travail important de renommage des variables a été effectué. En effet, entre les différentes versions de grille, certains items font référence aux mêmes points d'évaluation, mais sont formulés différemment. On peut par exemple trouver « Conception et utilisation du sas » dans certaines versions, et « Disposition et utilisation du sas » dans d'autres. On peut aussi trouver « Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement » dans certaines versions et « Aliment et eau de boisson protégés des oiseaux sauvages » dans d'autres. Après vérification dans les grilles d'inspections, les variables correspondant à des items se rapportant aux mêmes points d'évaluation ont donc été renommées de façon identique afin de faciliter les comparaisons entre les différentes grilles.

Suite à ce nettoyage, une étape de description des 14 bases de données a été réalisée. Le nombre de rapports, les départements concernés et le nombre de variables obtenues pour chaque base de données sont récapitulés dans le Tableau 3.

Tableau 3 - Description des 14 bases de données initiales

	Nombre de rapports	Numéros des départements concernés par les inspections	Nombre de variables
Base de données n°1	270	01 – 02 – 03 – 09 – 12 – 14 – 15 – 20 – 23 – 36 – 40 – 41 – 48 – 50 – 52 – 54 – 56 – 57 – 58 – 60 – 62 – 63 – 68 – 69 – 71 – 73 – 76 – 79 – 80 – 84 – 87 – 88	61
Base de données n°2	537	02 – 07 – 09 – 10 – 12 – 13 – 14 – 23 – 24 – 35 – 36 – 39 – 41 – 43 – 48 – 49 – 50 – 51 – 53 – 56 – 57 – 62 – 63 – 65 – 71 – 73 – 76 – 79 – 83 – 84 – 85 – 87 – 88	59
Base de données n°3	125	32 – 40	59
Base de données n°4	27	32	61
Base de données n°5	28	01	59
Base de données n°6	443	40	62
Base de données n°7	15	67 – 08	64
Base de données n°8	10	55	61
Base de données n°9	19	44	61
Base de données n°10	43	31	61
Base de données n°11	15	49	54
Base de données n°12	19	22	53
Base de données n°13	29	42	61
Base de données n°14	36	26	112

B) Constitution de la base de données finale

Afin de pouvoir décrire les résultats obtenus pour les inspections à l'échelle nationale, il nous a fallu constituer une base de données unique à partir des 14 bases de données initiales.

Parmi ces 14 bases, 10 (bases n°1 à 10) se rapprochent fortement des versions officielles des grilles d'inspection publiées dans la note de service du 17 octobre 2016 (DGAL, 2016d) et l'instruction technique du 22 septembre 2017 (DGAL, 2017a). A l'inverse, les grilles d'inspection des 4 bases de données restantes (bases n°11 à 14) s'apparentent beaucoup moins aux versions officielles et présentent de nombreuses différences, les rendant ainsi très difficiles à fusionner avec les autres. Ces 4 bases de données, correspondant respectivement aux inspections des départements du Maine et Loire, des Côtes d'Armor, de la Loire et de la Drôme ont ainsi été exclues de l'étude en raison de la difficulté à les intégrer dans la base de données finale.

Le travail de fusion a ensuite débuté par la création d'un tableau de comparaison des différentes variables présentes dans chacune des 10 bases de données conservées. Le Tableau 4 en présente un extrait. La totalité du tableau de comparaison est présenté en [Annexe 2](#). Sur ce tableau, une croix signifie que la variable est présente dans la grille d'inspection de la base de données correspondante.

Tableau 4 - Extrait n°1 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
2 - Unités de production										
Définition et délimitation (UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s))	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Bonne définition des UP sur le plan									x	
Bonne délimitation des UP sur le terrain									x	
Conduite en bande unique par UP										
Introduction des lots dans la même période	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Stade physiologique homogène	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Absence de contact direct entre oiseaux d'exploitation commerciale et oiseaux d'exploitation non commerciale	x			x		x	x			
Surveillance quotidienne des bâtiments, des parcours et des animaux	x	x	x	x	x		x			x
Sas et utilisation										
Conception et équipement (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Utilisation et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, de savon et d'eau courante pour se laver les mains...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Procédures de biosécurité mises en oeuvre pour les équipes d'intervention (ramassage, vaccination...)	x			x		x	x			

Certaines variables sont présentes dans toutes les bases de données, tandis que d'autres ne sont présentes que dans certaines bases. De plus, certains points d'évaluation sont présents dans toutes les bases de données, mais peuvent être séparés en plusieurs sous-items selon les grilles. Par exemple, certaines grilles regroupent en un seul item l'évaluation de la gestion des flux dans l'espace et dans le temps, tandis que d'autres séparent l'évaluation dans l'espace et l'évaluation dans le temps en 2 items distincts et donc deux variables distinctes, ce qui pose

problème pour la fusion. Par conséquent, un travail de réflexion a dû être mené pour chaque variable du tableau de comparaison afin de décider de son devenir dans la base de données finale : **conservation, exclusion, ou recodage** avec d'autres variables.

Les variables des 10 bases de données ont donc été étudiées une à une. Certaines variables ont été exclues (variables en rouge dans le tableau de comparaison). Un premier critère ayant conduit à l'exclusion est l'absence de la variable dans une ou plusieurs bases de données. En effet, si la variable n'est pas présente dans toutes les grilles, elle ne peut pas être conservée dans la base de données finale. Au total, 14 variables ont été supprimées pour cette raison. Une exception a été faite pour 10 variables présentes dans toutes les bases de données à l'exception de la base n°10 (département de Haute-Garonne). En effet, ces variables concernent des renseignements sur l'exploitation (numéro de siret, adresse, ville, date d'inspection, inspecteur, espèce, atelier et numéro INUAV), elles ont donc été conservées malgré leur absence dans l'une des bases de données (ces 10 variables sont en bleu dans le tableau de comparaison).

Un second critère ayant conduit à l'exclusion de certaines variables est la difficulté d'interprétation de celles-ci. En effet, certains items sont détaillés différemment selon les grilles et/ou ne sont pas expliqués de manière claire dans le guide d'aide à l'inspection. Il est ainsi difficile de savoir ce qui a réellement été évalué par chaque inspecteur, ce qui pose à posteriori des problèmes d'interprétation. C'est notamment le cas des variables « Eléments constitutifs du plan de biosécurité », « Eléments de biosécurité du registre d'élevage » et « Elimination vers des installations agréées » : ces 3 variables ont donc été exclues.

A l'inverse, 23 variables, présentes dans toutes les bases de données, ont été conservées sans modification dans la base de données finale. Ces variables sont en jaune dans le tableau de comparaison.

Enfin, un travail de recodage a été effectué pour regrouper certaines variables afin d'en créer de nouvelles, plus synthétiques, qui ont pu être conservées dans la base de données finale. Plusieurs cas de figure se sont présentés.

Le premier cas de figure concerne le regroupement de deux variables présentes en deux variables distinctes dans certaines bases de données et en une unique variable dans d'autres. C'est par exemple le cas des variables « Conditions de conservation des cadavres » et « Gestion du bac d'équarrissage » qui sont distinctes dans toutes les bases de données à l'exception de la base n°6, où elles sont réunies en une seule variable « Conditions de conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage » (Tableau 5).

Tableau 5 - Extrait n°2 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
Gestion des cadavres										
Collecte quotidienne des cadavres	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Conditions de conservation des cadavres	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gestion du bac d'équarrissage	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Dans ce cas de figure, il a été décidé de regrouper les deux variables en une seule variable dans l'intégralité des bases de données. Le critère appliqué de manière systématique pour ce groupement est le choix de garder la plus mauvaise des deux notes. Par exemple, si dans une exploitation, la variable « Conditions de conservation des cadavres » a obtenu la note « B » et la variable « Gestion du bac d'équarrissage » a obtenu la note « C », alors la note conservée pour la variable « Conditions de conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage » est la note « C ». Le même raisonnement a été appliqué aux variables :

- « Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles » et « Enregistrements des interventions »
- « Introduction des lots dans la même période » et « Stade physiologique homogène »
- « Bonne définition des zones sur le plan » et « Bonne délimitation des zones sur le terrain »
- « Bonne définition des unités de production sur le plan » et « Bonne délimitation des unités de production sur le terrain »

Le second cas de figure concerne le groupement des variables « Evaluation des pratiques de nettoyage et désinfection » et « Protocole de nettoyage/désinfection, incluant les autocontrôles, enregistrements des nettoyage/désinfection effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables » des bases de données n°1, 4, 6 et 7, afin de faciliter leur interprétation par la suite (Tableau 6). Le groupement se base sur le même choix que précédemment : conserver la plus mauvaise des deux notes. Le même raisonnement a été appliqué aux variables « Protocole de nettoyage/désinfection, incluant les autocontrôles » et « Enregistrements des nettoyage/désinfection effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables » des bases de données n°2, 3, 5, 8, 9 et 10, afin de créer une variable cohérente avec celle des bases n°1, 4, 6 et 7.

Tableau 6 - Extrait n°3 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
5 - Nettoyage / Désinfection										
Evaluation des pratiques de nettoyage et désinfection	x			x		x	x			
Protocole de N/D, incluant les autocontrôles, enregistrements des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables	x			x		x	x			
Enregistrements des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables		x	x		x			x	x	x
Protocole de N/D, incluant les autocontrôles		x	x		x			x	x	x

Le troisième cas de figure concerne le groupement des variables « Existence d'un plan de biosécurité » et « Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation » des bases de données n°2, 3, 5, 8, 9 et 10 (Tableau 7). Le premier problème est, comme dans les cas précédents, le fait que ces variables soient séparées en deux variables distinctes dans ces bases de données et réunies en une variable unique dans les autres. Le second problème est lié à la notation, puisque ces variables ont une notation en « A/B/C/D » dans certaines bases de données et une notation en « Conforme / Non conforme » dans d'autres (notée « C/NC » dans le Tableau 7).

Il a donc tout d'abord été décidé de convertir l'ensemble des réponses en une notation « Conforme / Non conforme ». Pour cela, le critère suivant a été appliqué : une note « A » est convertie en une réponse « Conforme », et une note « B », « C », ou « D » est convertie en une réponse « Non conforme ». Il a ensuite été décidé de grouper les deux variables en une unique variable en appliquant le même choix que précédemment : conservation de la plus mauvaise des deux notes. Le même raisonnement a été appliqué pour les variables « Certificat de formation en biosécurité du détenteur » et « Certificat de formation en biosécurité du personnel permanent » des bases de données n°5, 8, 9 et 10.

Tableau 7 - Extrait n°4 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
Volet 1 : Contrôle documentaire										
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	x	x C/NC	x C/NC	x	x C/NC	x	x	x	x	x
Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation		x C/NC	x C/NC		x C/NC			x	x	x

Enfin, le quatrième et dernier cas de figure concerne le groupement des variables « Gestion des flux dans l'espace » et « Gestion des flux dans le temps » des bases de données n°2, 3, 5, 8, 9 et 10, qui sont groupées en une seule variable « Gestion des flux » dans les autres bases de données comme le montre le Tableau 8. Le critère appliqué de manière systématique pour ce groupement est, à l'inverse des autres cas, le choix de conserver la meilleure des deux notes. Ce choix se base sur l'argument suivant : d'un point de vue biologique, une mauvaise gestion des flux dans l'espace peut être compensée par une bonne gestion dans le temps.

Tableau 8 - Extrait n°5 du tableau de comparaison des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
Gestion des flux (animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits) (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	x	x	x	x		x	x	x		
Dans l'espace		x	x		x			x	x	x
Dans le temps		x	x		x			x	x	x

L'intégralité des choix effectués pour les variables est résumée par un code couleur dans le tableau de comparaison complet présenté en [Annexe 2](#). Suite à ce travail de recodage, la base de données unique finale a été créée. Elle contient au total 42 variables.

C) Analyse de la base de données

La localisation géographique, les dates d'inspection, les espèces et les ateliers de l'ensemble des exploitations inspectées ont été étudiés. Une première classification des exploitations a été réalisée en trois groupes selon l'espèce détenue : le premier groupe correspond aux exploitations détenant uniquement des palmipèdes (groupe « Palmipèdes »), le second aux exploitations détenant uniquement des gallinacées (groupe « Gallinacées »), et le troisième aux exploitations détenant à la fois des palmipèdes et des gallinacées (groupe « Mixte »).

Une seconde classification des exploitations a ensuite été réalisée selon la localisation géographique en 3 bassins de production : le premier groupe correspond aux exploitations localisées dans le sud-ouest (bassin « Sud-ouest », départements de couleur orange sur la Figure 15), le second aux exploitations localisées dans le grand-ouest (bassin « Grand-ouest », départements de couleur bleu sur la Figure 15) et le troisième aux exploitations localisées dans le reste de la France (bassin « Autre », départements de couleur verte sur la Figure 15).

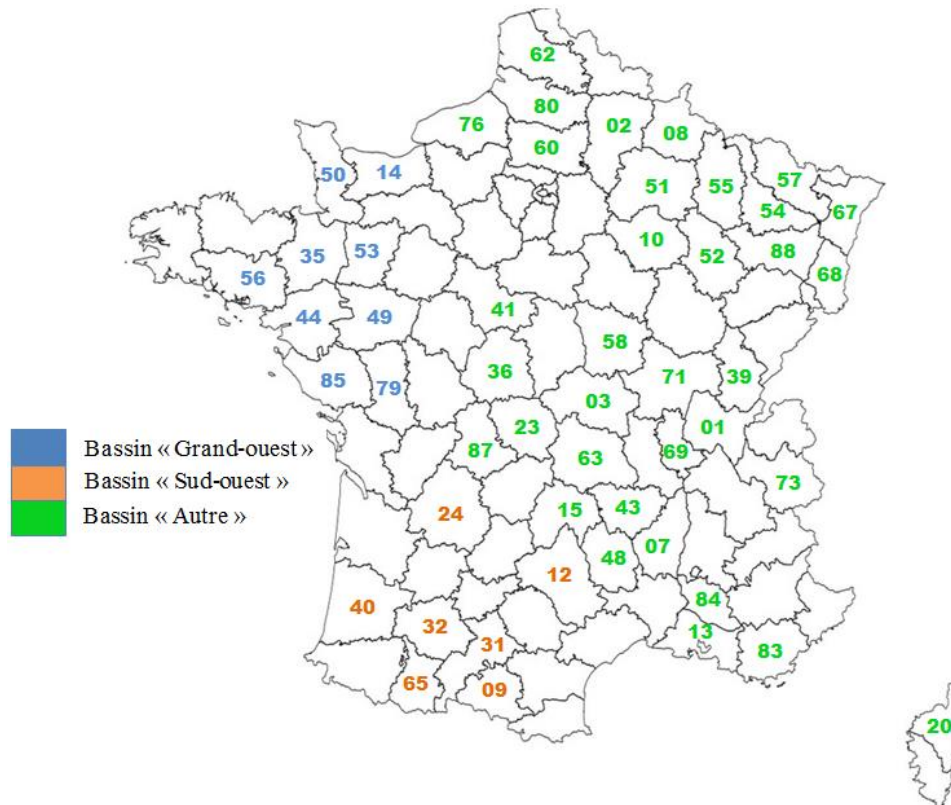


Figure 15 - Bassins de production

Les résultats obtenus pour chaque variable ont ensuite été étudiés pour l'ensemble des exploitations inspectées, ainsi que pour chacun des groupes d'espèce et de bassin de production. Des tests statistiques χ^2 et Fisher ont été réalisés afin de comparer les résultats obtenus pour chacune des variables entre les 3 groupes d'espèces, puis entre les 3 bassins. Les résultats entre les groupes ont été considérés significativement différents lors de l'obtention d'une p-value inférieure à 0,05.

II. Résultats et discussion

A) Principales caractéristiques des exploitations inspectées

1) Espèces et ateliers

Un total de 1517 rapports d'inspection a été inclus dans la base de données finale. La Figure 16 présente la répartition des espèces au sein des élevages inspectés (les 43 rapports d'inspection du département de Haute-Garonne ne sont pas représentés car l'information concernant l'espèce n'y était pas assez précise). Au total, 60.5% (892/1474) des exploitations inspectées détenaient des canards, 44.4% (655/1474) des gallinacées, 4.8% (71/1474) des oies et 2.1% (31/1474) des espèces de gibier (faisans, perdrix, canards colverts). De plus, 3.4% (50/1474) des exploitations détenaient d'autres espèces que des volailles telles que des bovins, des porcs, des ovins etc.

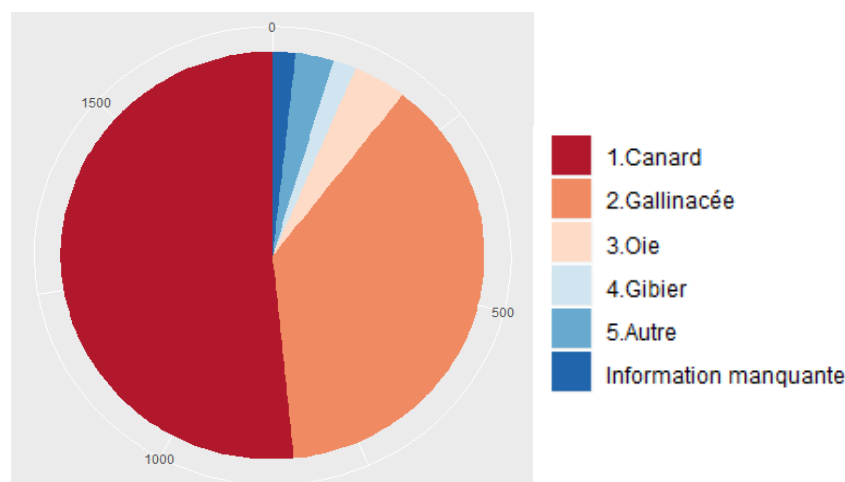


Figure 16 - Répartition des espèces (n = 1474)

Parmi ces 1517 rapports, 1407 ont pu être classés en trois groupes selon l'espèce (Figure 17) : 53.9% (758/1407) concernaient des exploitations élevant uniquement des palmipèdes (canards et/ou oies), 35.4% (498/1407) étaient des exploitations spécialisées en gallinacées, et 10.7% (151/1407) étaient des élevages mixtes (possédant à la fois au moins un atelier palmipèdes et un atelier gallinacées). Les rapports d'inspection exclus de ce classement sont les rapports du département de Haute-Garonne (43/1517), les rapports des exploitations élevant du gibier (31/1517), ainsi que les rapports pour lesquels l'espèce n'était pas indiquée (36/1517).

Les exploitations inspectées détenant des palmipèdes sont donc majoritaires par rapport aux exploitations détenant des gallinacées, ce qui est cohérent avec les critères de sélection fixés lors de la mise en place des inspections officielles. En effet, il a été décidé que les élevages de palmipèdes seraient contrôlés en priorité jusqu'à fin 2017, et que les autres types de production seraient inclus dans le plan d'inspection en fonction de l'analyse de risque locale et de l'importance relative des palmipèdes par rapport aux autres productions avicoles.

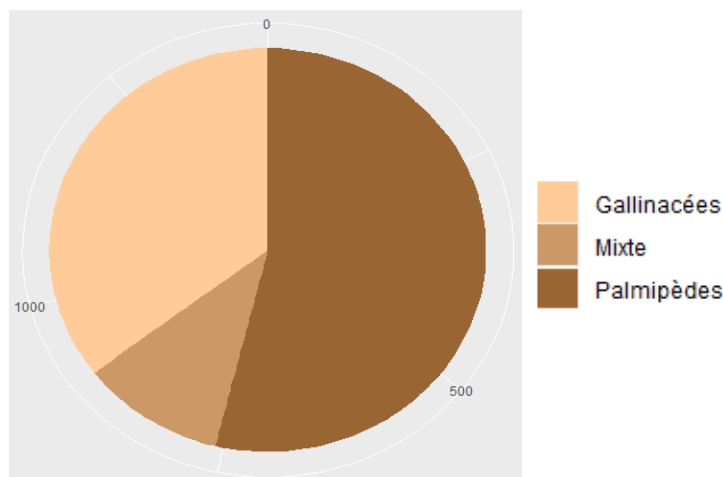


Figure 17 - Répartition des groupes Palmipèdes, Gallinacées et Mixte (n = 1407)

La Figure 18 présente la répartition des ateliers au sein des élevages inspectés (les 43 rapports d'inspection du département de Haute-Garonne ne sont pas représentés car l'information concernant l'atelier n'y était pas assez précise). Parmi les exploitations détenant des palmipèdes, 31.3% (461/1474) des exploitations détenaient au moins un atelier de démarrage, 35.1% (517/1474) un atelier de prêt-à-gaver, 34% (500/1474) un atelier de gavage, 5.5% (81/1474) un atelier de canards en filière maigre (canard à rôtir) et 2.3% (34/1474) un atelier relatif à la reproduction (futurs reproducteurs, reproducteurs, couvoirs). Concernant les ateliers relatifs à l'élevage de gallinacées, 31.1% (459/1474) des exploitations détenaient au moins un atelier de volailles de chair, 15.5% (228/1474) un atelier de poules pondeuses, et 2.5% (37/1474) un atelier relatif à la reproduction (futurs reproducteur, reproducteurs, couvoir). Seules 2.1% (31/1474) des exploitations détenaient au moins un atelier de gibier et 1.4% (21/1474) des exploitations possédaient une basse-cour.

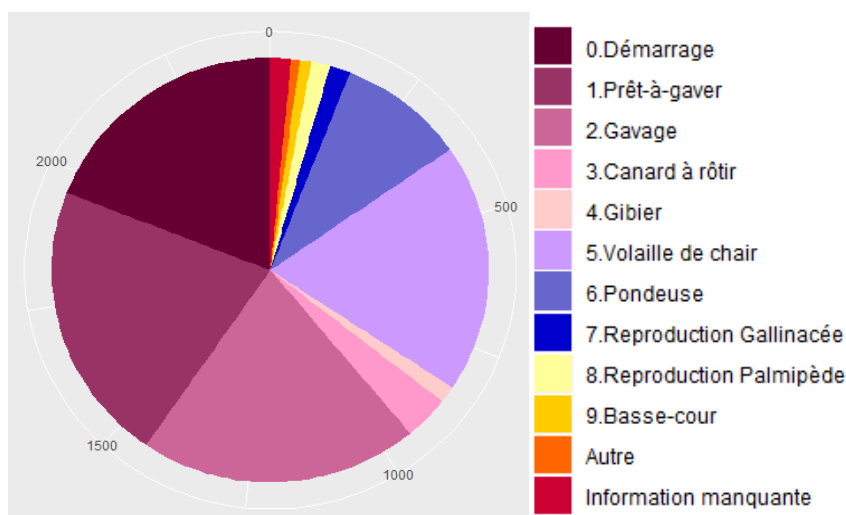


Figure 18 - Répartition des ateliers (n = 1474)

Les élevages de palmipèdes gras et de gallinacées en filière chair représentent donc la majorité des élevages inspectés. Les exploitations non commerciales de type basse-cour, bien que probablement très nombreuses sur le territoire national, ne sont pas sur-représentées ici car ce sont les exploitations commerciales qui ont été visées en priorité.

2) Répartition géographique

La localisation géographique des différentes exploitations inspectées est présentée sur les cartes ci-dessous (Figure 19, 20, 21 et 22). Au total, les rapports d'inspection analysés ont concerné 51 départements. Une concentration spatiale est observée dans les départements du Gers et des Landes (Figure 19), en lien avec le grand nombre d'exploitations spécialisées en palmipèdes inspectées dans ces deux départements (Figure 20). En revanche, les élevages détenant uniquement des gallinacées sont répartis de façon plus homogène sur le territoire national (Figure 21). Les élevages mixtes sont également répartis de façon assez homogène sur le territoire national (Figure 22).

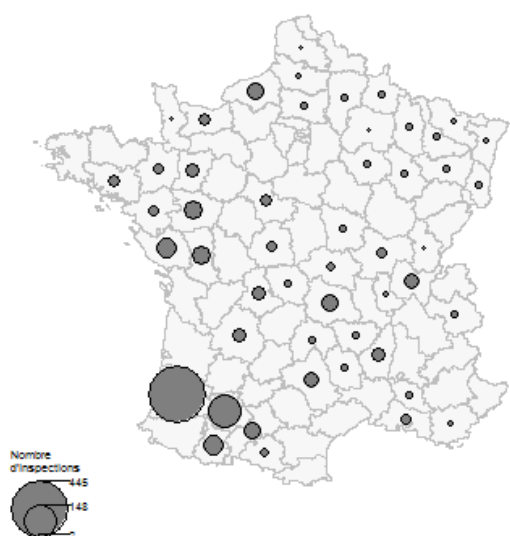


Figure 19 - Départements inspectés : ensemble des exploitations (n = 1517)

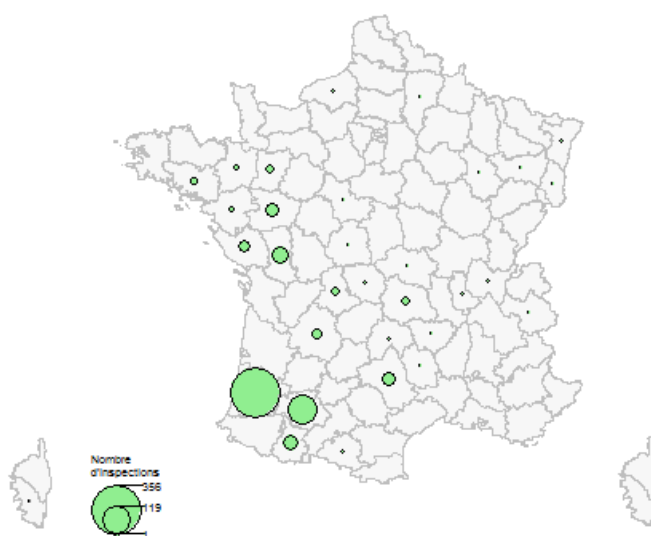


Figure 20 - Départements inspectés : élevages spécialisés en palmipèdes (n = 758)

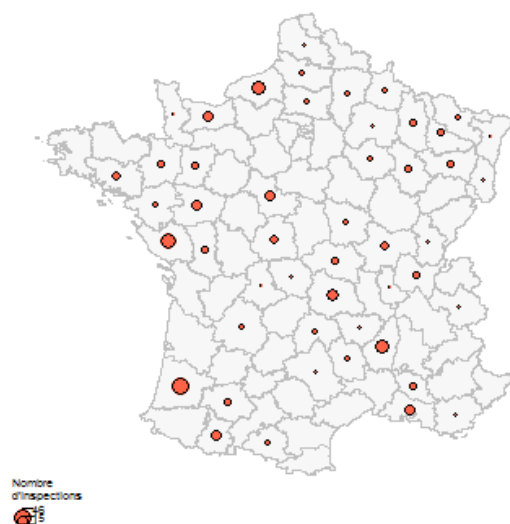


Figure 21 - Départements inspectés : élevages spécialisés en gallinacées (n = 498)

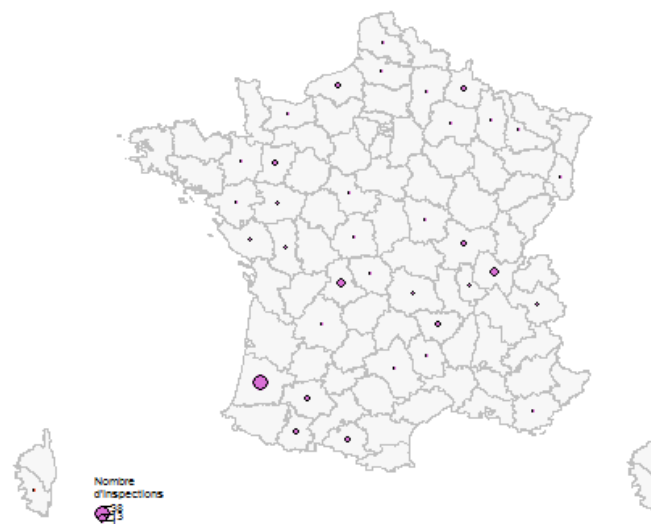


Figure 22 - Départements inspectés : élevages mixtes (n = 151)

La répartition géographique des exploitations inspectées est cohérente avec la répartition des effectifs de volailles sur le territoire français, présentés en première partie (I. Les principales filières avicoles en France : Figure 3 et 4). En effet, les effectifs de palmipèdes étant majoritairement regroupés dans l'ouest du pays et particulièrement le sud-ouest (Figure 3), il est cohérent qu'une majorité des inspections concernant les élevages spécialisés en palmipèdes se soit concentrée dans cette région. De même, les effectifs de poulets de chair étant répartis de façon plus homogène sur le territoire national (Figure 4), les inspections concernant les élevages spécialisés en galliformes et les élevages mixtes sont par conséquent plus dispersées géographiquement.

3) Bassins de production

Au total, 51% (774/1517) des exploitations inspectées étaient situées dans le bassin « Sud-ouest », 18.3% (278/1517) dans le bassin « Grand-ouest », et 30.7 % (465/1517) dans le bassin « Autre » (Figure 23). Le fait que plus de 50% des inspections ait concerné des exploitations du bassin Sud-Ouest est cohérent avec les critères de sélection fixés lors de la mise en place des inspections officielles. En effet, les élevages de palmipèdes étaient à contrôler en priorité jusqu'à fin 2017, et particulièrement ceux ayant hébergé des troupeaux séropositifs. Le sud-ouest français regroupe un fort effectif de palmipèdes et a particulièrement été touché par les crises d'influenza aviaire, il n'est donc pas étonnant qu'une majorité des inspections ait eu lieu dans ce bassin.

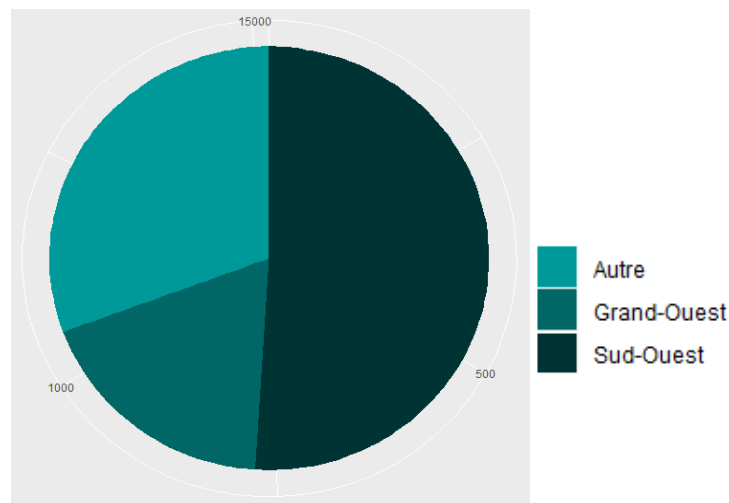


Figure 23 - Nombre de rapports d'inspection collectés par bassin (n = 1517)

La Figure 24 présente la répartition des exploitations appartenant aux groupes « Palmipèdes », « Gallinacées » et « Mixte » selon le bassin de production. La proportion d'exploitations spécialisées dans les palmipèdes est plus importante dans le bassin « Sud-ouest » que dans les autres bassins. A l'inverse, la proportion d'exploitations spécialisées dans les gallinacées est plus importante dans le bassin « Autre » que dans les autres bassins. Dans le bassin « Grand-ouest » les proportions d'exploitations spécialisées dans les palmipèdes et les gallinacées sont globalement équivalentes. Ces résultats sont cohérents avec la répartition géographique des exploitations inspectées présentée en II.A.2).

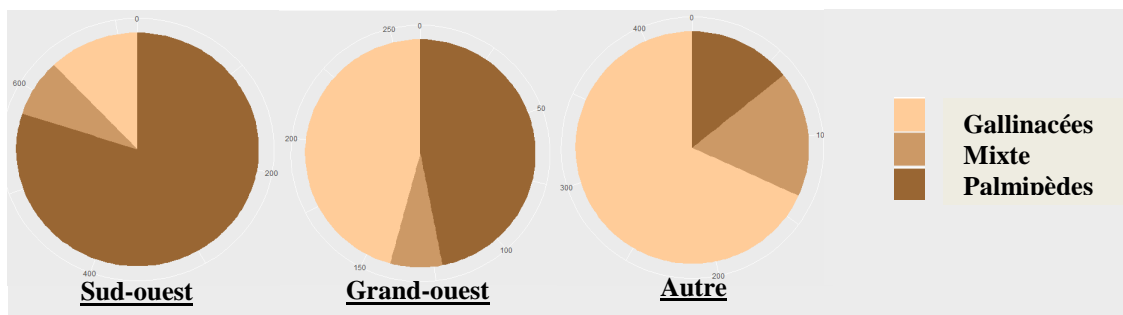


Figure 24 - Répartition des espèces en fonction des bassins de production (n = 1407)

4) Répartition temporelle

Les rapports d'inspection recueillis se sont étalés sur une période allant du 8 septembre 2016 au 15 mai 2018. Un nombre croissant d'inspections est noté à partir du mois de novembre 2016, et une véritable augmentation est constatée à partir du mois de mai 2017, avec 100 à 200 inspections réalisées chaque mois entre mai 2017 et décembre 2017 (Figure 25). Une diminution du nombre d'inspections est notée à partir du mois de janvier 2018.

Le pic noté à partir de mai 2017 est cohérent avec la fin de la crise d'influenza aviaire de 2016-2017. En effet, malgré un lancement officiel des inspections fin 2016, la crise de 2016-2017 a certainement grandement perturbé le déroulement de ces inspections de novembre 2016 à mai 2017, expliquant ainsi une accélération des inspections dès la fin de la crise.

La baisse du nombre d'inspections réalisées pendant le mois d'août 2017 peut être potentiellement liée aux congés estivaux des agents des DDecPP.

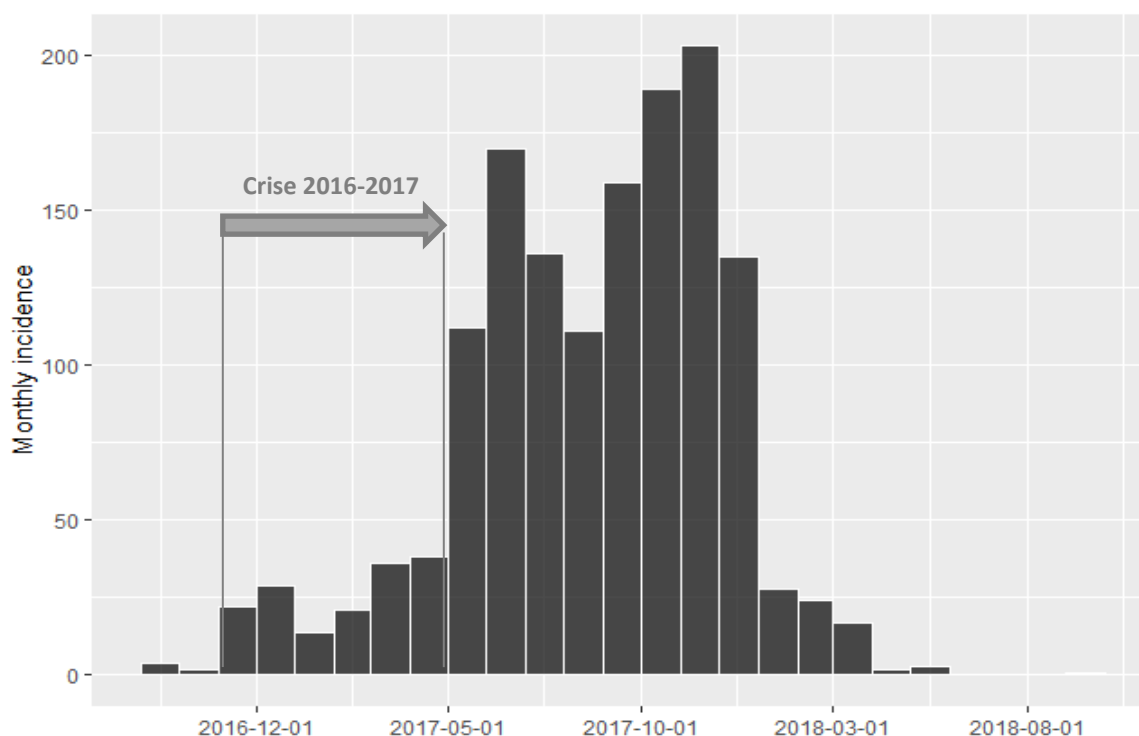


Figure 25 - Répartition temporelle des inspections réalisées (tous types d'élevages)

B) Pratiques de biosécurité évaluées lors des inspections : bilan et discussion

Les Tableaux 9 et 10 présentent les résultats des rapports des 1517 exploitations inspectées. Le Tableau 9 présente les résultats obtenus pour les 28 variables en notation «A/B/C/D ». La note A représente un résultat conforme, la note B une non-conformité mineure, la note C une non-conformité moyenne et la note D une non-conformité majeure. Le Tableau 10 présente les résultats obtenus pour les 2 variables en notation « Conforme » ou « Non conforme ». Le nombre d'observations correspond au nombre de rapports d'inspection pour lesquels une note était présente pour la variable concernée. Dans le cadre de l'interprétation de nos résultats, les variables présentant un pourcentage de A supérieur à 90% sont considérées comme très satisfaisantes. Elles sont à l'inverse considérées comme très insatisfaisantes lorsque ce pourcentage est inférieur à 70%.

Les critères permettant la notation des variables présentées ci-dessous sont détaillés dans le « Dictionnaire des variables » présenté en [Annexe 3](#). Ces critères sont extraits du guide d'aide à l'inspection de l'instruction technique publiée le 16 novembre 2017 (DGAL, 2017b).

Tableau 9 - Résultats des 28 variables en notation « A/B/C/D »

VARIABLES	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	Nombre d'observations
Définition et délimitation du site d'exploitation (définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées)	55,1	18,9	13,1	13	1469
Existence d'un plan de circulation	65,9	12,9	8,29	13,1	1428
Gestion des flux (animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits) (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	81,6	6,35	7,02	5,02	1360
Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée	71,3	11,7	8,19	8,63	1371
Définition et délimitation des unités de production : unités identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s)	82	7,85	4,35	5,73	1430
Introduction des lots dans la même période et stade physiologique homogène	94,6	1,58	1,37	2,42	1439
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	97	0,32	0,54	2,16	1406

Disposition et équipement des sas (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	60,9	7,68	9,55	21,9	1461
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...)	64,3	7,3	8,89	19,5	1434
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments	79	9,16	6,92	4,79	1424
Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches	96	2,19	0,98	0,98	1387
Entretien des abords des bâtiments	79,7	10,8	5,38	4,01	1438
Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation	91,6	3,39	2,95	1,97	1386
Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel	87,6	4,29	3,37	4,59	990
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation	90,6	4,8	2,18	2,4	695
Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes	89,8	4,88	2,68	2,52	963
Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)	94,8	1,65	1,43	2,2	1381
Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement	89,4	2,11	3,48	4,85	1219
Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions	63,7	15,9	7,23	13,2	1448
Protocole de nettoyage-désinfection, incluant les autocontrôles, l'enregistrement des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables	52,9	16,2	12,7	18,2	1458
Protocole et durées des vides sanitaires	76,4	8,02	5,74	9,75	1400
Mesures de protection du stockage des aliments	92,2	2,51	2,09	3,24	1452

Mesures de protection du stockage de litière	71,1	10,6	14,1	4,23	1075
Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches	92,5	3,52	2,2	1,76	1379
Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement	91,6	3,2	3,32	1,9	1281
Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis	91,7	3,58	2,38	2,38	1145
Collecte quotidienne des cadavres	94,4	1,94	0,75	2,91	1409
Conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage	75,8	6,26	6,79	11,1	1431

Tableau 10 - Résultats des 2 variables en notation « Conforme/Non conforme »

VARIABLES	Conforme (%)	Non conforme (%)	Nombre d'observations
Certificat de formation en biosécurité (détenteur et personnel permanent)	82,5	17,5	1405
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	66,7	33,3	1457

1) Zonage du site d'exploitation et gestion des flux

1.1) Définition et délimitation des zones du site d'exploitation

Le zonage de l'exploitation est primordial dans la mise en place des mesures de biosécurité car il permet de délimiter les zones accessibles par les différentes personnes présentes sur l'exploitation (zone publique, zone professionnelle, zone d'élevage). Ces zones doivent être définies sur un plan et matérialisées sur le terrain (panneaux, chaînes, portail).

Les résultats obtenus pour la variable « Définition et délimitation du site d'exploitation (définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées) » sont **très insatisfaisants** avec seulement 55.1% d'exploitations conformes (note A) et 13% en non-conformité majeure (note D). Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont : une absence de plan et/ou de délimitation physique des zones sur le terrain, une non cohérence entre les zones définies sur le plan et leur délimitation sur le terrain, ou encore un zonage inadapté au fonctionnement réel du site. Concernant les non-conformités mineures, il s'agit souvent d'un plan et d'une délimitation présents mais incomplets.

Dans les précédentes enquêtes de biosécurité, ce sont principalement la présence d'une clôture délimitant le périmètre du site et d'un panneau interdisant l'accès aux visiteurs à son entrée qui ont été étudiés. Nos résultats concordent avec ceux d'une précédente étude, conduite dans 46 élevages de palmipèdes gras du sud-ouest de la France début 2016 (Delpont et al., 2018), montrant que seules 22% des exploitations étaient fermées par une chaîne ou une barrière à leur entrée, et que les signes indiquant un accès restreint aux visiteurs étaient absents dans 52% des cas. Dans d'autres études, les résultats concernant la délimitation du site par une clôture sont un peu meilleurs, c'est notamment le cas dans une étude de 2011 en Belgique où 68% des élevages commerciaux de volailles étudiés étaient délimités par une barrière (Van Steenwinkel et al., 2011) ; ou encore dans deux études réalisées en Espagne dans des élevages de porcs, où respectivement 77,6% et 85% des élevages étaient délimités par une clôture (Casal et al., 2007 ; Simon-Grifé et al., 2013).

Certaines mesures concernant le zonage de l'exploitation sont assez simples à mettre en place et relativement peu coûteuses pour l'éleveur, comme la réalisation d'un plan et l'installation de panneaux et de chaînes. Il est donc essentiel d'atteindre un niveau de conformité plus élevé dans la majorité des élevages. En revanche, selon la configuration du site, un zonage adapté peut être compliqué à mettre en place, par exemple si le site est séparé en deux par le passage d'une route, ou si la maison de l'éleveur se situe au milieu du site. Pour ces exploitations-là, il sera donc plus compliqué pour l'éleveur de se mettre en conformité.

Les résultats obtenus pour la variable « Existence d'un plan de circulation » sont eux aussi **très insatisfaisants** avec seulement 65.9% des exploitations conformes et 13.1% d'exploitations en non-conformité majeure. La forte proportion d'élevages encore non conformes sur ce point est directement liée aux résultats précédents : si le zonage de l'exploitation n'est pas clairement défini, le plan de circulation indiquant les différentes zones et la circulation entre ces zones ne peut pas être conforme.

1.2) Gestion des flux

Le zonage permet de définir un plan de gestion des flux au sein du site d'exploitation (flux de matériel, véhicules, personnes, animaux, sous-produits). La gestion des flux doit être réalisée dans le but d'éviter tout croisement entre les flux entrants et sortants, afin d'éviter des contaminations croisées. Les résultats obtenus pour la variable « Gestion des flux » sont conformes dans 81.6% des exploitations et en non-conformité majeure dans 5.02%. Les principales raisons de non-conformité évoquées dans les rapports d'inspection sont l'absence totale d'un plan de gestion des flux ou la présence d'un plan incomplet, ainsi qu'une mauvaise gestion des flux (croisements dans l'espace et/ou dans le temps). Néanmoins, le pourcentage de résultats conformes est à nuancer. En effet, certains inspecteurs ont attribué un résultat conforme lorsque les flux étaient mal maîtrisés dans l'espace mais bien maîtrisés dans le temps, considérant ainsi que d'un point de vue biologique, une bonne gestion dans le temps compense une mauvaise gestion dans l'espace. A l'inverse, d'autres inspecteurs ont attribué un résultat non conforme dans la même situation. La décision a donc été prise, pour homogénéiser les résultats lors de la fusion des variables « Gestion des flux dans l'espace » et « Gestion des flux dans le temps », d'attribuer un résultat conforme à une exploitation

présentant une bonne gestion dans le temps. Le pourcentage de résultats conformes présenté ici est donc surestimé par rapport aux notes réellement données par les inspecteurs.

La gestion des flux dans le temps est une mesure assez simple à mettre en place pour l'éleveur, en revanche la gestion dans l'espace peut s'avérer beaucoup plus compliquée en fonction de la configuration du site, notamment pour les sites n'ayant qu'un seul accès possible, servant à la fois d'entrée et de sortie.

1.3) Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules entrant sur l'exploitation

Les véhicules de transport représentent une importante voie d'entrée d'agents infectieux dans une exploitation car ils visitent de nombreux élevages. Des études épidémiologiques ont identifié les véhicules de transport comme la source d'introduction de nombreuses maladies infectieuses (Fussing et al., 1998 ; Fritzemeier et al., 2000 ; Hege et al., 2002). Dans le cas où l'exploitation se situe en zone réglementée vis-à-vis de l'influenza aviaire, la réglementation française impose désormais une désinfection des véhicules, *a minima* des roues et bas de caisse et du hayon, précédée autant que possible d'un nettoyage.

Les résultats obtenus pour la variable « Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée » sont conformes dans 71.3% des exploitations, et en non-conformité majeure dans 8.63% des exploitations. Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont l'absence de dispositif de nettoyage/désinfection des véhicules, l'absence d'une zone dédiée à ce nettoyage, ou un emplacement inapproprié pour cette zone (zone située à l'intérieur de la zone professionnelle au lieu d'être située à la limite entre zone professionnelle et publique). Les raisons de non-conformité mineure évoquées sont l'absence de signalisation de la zone de nettoyage ou l'absence de procédure écrite du nettoyage/désinfection.

Les résultats trouvés dans la littérature scientifique concernant le nettoyage des roues des véhicules entrant dans une exploitation sont peu nombreux et font état d'une faible observance. En effet, une étude réalisée en Géorgie dans 267 élevages de poulets de chair a indiqué que les roues des véhicules étaient nettoyées avant d'entrer sur le site dans seulement 9.8% des cas dans les élevages situés au nord de l'état, et n'étaient jamais nettoyées dans les élevages situés au sud de l'état (Dorea et al., 2010). Une autre étude réalisée au Chili dans 50 élevages de porcs a indiqué l'utilisation d'un rotoluve pour les camions entrant sur l'exploitation dans 40% des cas (Julio Pinto, Santiago Urcelay, 2003).

L'installation de moyens de nettoyage et désinfection des véhicules est une mesure assez simple à mettre en place pour les éleveurs, d'autant plus qu'il ne s'agit pas d'une mesure obligatoire de façon permanente (sauf dans le cas où le plan de biosécurité de l'élevage le prévoit), mais seulement en période à risque. Seul le coût de ces installations peut donc constituer un frein pour l'éleveur. Néanmoins, même si la mise en place des installations nécessaires au nettoyage/désinfection est assez simple, la réalisation de ce nettoyage en pratique (et son efficacité en termes de désinfection) peut être beaucoup plus compliquée à respecter quotidiennement pour l'éleveur car contraignante, et n'est donc pas forcément garantie malgré la présence du matériel adéquat.

2) Les unités de production

L'indépendance d'une unité de production repose à la fois sur des critères de séparation dans l'espace (matérialisation des limites) et de séparation dans les activités quotidiennes. Les résultats obtenus pour la variable « Définition et délimitation des unités de production : unités identifiées(s), définies(s) et physiquement délimitées(s) » sont conformes pour 82% des exploitations et en non-conformité majeure pour 5.73% des exploitations.

2.1) Respect de la conduite en bande unique

La conduite en bande unique est obligatoire dans toute unité de production. Pour rappel, cette conduite repose sur plusieurs principes : il doit s'agir d'animaux de la même espèce et de stade physiologique homogène, introduits à la même période, et sans contact direct ou indirect avec une unité de production détenant une autre espèce de volaille. Des animaux d'âges différents et d'espèces différentes peuvent être plus ou moins sensibles à certains pathogènes, et il est donc crucial de les séparer afin d'éviter la transmission d'agents pathogènes des uns aux autres.

Les résultats obtenus pour les variables « Introduction des lots dans la même période et stade physiologique homogène » et « Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles » sont **très satisfaisants** avec respectivement 94.6% et 97% de résultats conformes. Dans une étude australienne réalisée sur 1058 élevages de volailles, des résultats similaires ont été retrouvés dans les élevages de poulets de chair (99% d'exploitations appliquant une conduite en bande unique), en revanche cette conduite était un peu moins appliquée dans les élevages de dindes (85% d'exploitations appliquant une conduite en bande unique) et très peu appliquée dans les élevages de canards (16% d'exploitations appliquant une conduite en bande unique) (East, 2007). Dans une étude en Belgique, 84% des élevages commerciaux de volailles respectaient cette conduite (Van Steenwinkel et al., 2011).

Le niveau élevé de conformité de la conduite en bande unique dans les élevages inspectés peut s'expliquer par le fait qu'une grande majorité des éleveurs l'appliquait déjà avant qu'elle ne devienne une obligation réglementaire.

Par ailleurs, la séparation entre volailles d'unités de production différentes passe aussi par une bonne clôture des parcours. Les résultats concernant la variable « Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes » montrent également un niveau de conformité assez élevé avec 89.8% de résultats conformes.

2.2) Matériel dédié par unité de production ou nettoyage/désinfection après utilisation

Un matériel souillé pouvant jouer le rôle de vecteur passif de virus influenza aviaire hautement pathogène, le matériel utilisé dans une unité de production doit idéalement être dédié à cette unité, ou si ce n'est pas le cas, être correctement nettoyé et désinfecté avant chaque changement d'unité.

Les résultats obtenus pour la variable « Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation » sont **très satisfaisants** avec 91.6% de résultats conformes. Les pratiques concernant le partage et le nettoyage du matériel sont très souvent étudiées dans les

enquêtes de biosécurité, et montrent généralement qu'il y a encore une bonne marge de progression. Dans une étude française sur 46 élevages de palmipèdes gras, 20% des exploitations partageaient du matériel avec d'autres éleveurs sans effectuer de nettoyage entre les différentes utilisations (Delpont et al., 2018). De même, dans les élevages de volailles en Géorgie aux Etats-Unis, le partage d'équipement entre élevage était fréquent (jusqu'à 24.2% des exploitations dans le sud de l'état) et la plupart des éleveurs partageant du matériel ne le nettoyaient qu'avec un lavage sous haute pression, sans utiliser de désinfectant (Dorea et al., 2010).

Cette mesure de biosécurité peut-être difficile à mettre en place pour différentes raisons. Tout d'abord, d'un point de vue financier, acquérir du matériel spécifique pour son élevage, voire pour chaque unité de production peut être très coûteux pour l'éleveur, surtout dans les grandes exploitations. De plus, l'éleveur peut manquer de motivation à respecter cela en voyant le temps nécessaire au lavage et à la désinfection du matériel entre chaque utilisation, surtout s'il n'en comprend pas forcément l'intérêt en termes de biosécurité.

2.3) Les sas

Le port de bottes et de vêtements spécifiquement dédiés à la zone d'élevage est fortement conseillé (Amass, Clark, 1999), car ces supports sont reconnus comme étant des vecteurs inertes d'agents pathogènes (Otake, 2002 ; Newell, Fearnley, 2003). Depuis l'arrêté du 8 février 2016, l'accès à chaque unité de production doit être protégé par un sas sanitaire clos. Le passage par ce sas est obligatoire pour accéder à l'unité. Le changement de tenue, de bottes et le lavage des mains sont indispensables avant chaque accès.

Les résultats obtenus pour la variable « Disposition et équipement des sas (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...) » sont **très insatisfaisants** avec seulement 60.9% des exploitations conformes (note A) et 21.9% des exploitations en non-conformité majeure (note D). Les résultats obtenus pour la variable « 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...) » sont assez similaires (64.3% de A et 19.5% de D). Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapport d'inspection sont : l'absence totale de sas sur l'exploitation ou pour certaines unité de production seulement, une mauvaise conception du sas (ne donne pas accès aux parcours, une seule porte servant à la fois d'entrée et de sortie, pas de séparation entre zone sale et zone propre), la présence d'un sas non contraignant (accès à l'unité possible sans passer par le sas) ou non fonctionnel (absence de lavabo, d'eau courante, de savon, de tenue, de bottes, etc.).

L'hygiène du personnel et des visiteurs sont des points très fréquemment étudiés lors des enquêtes de biosécurité. Les résultats tirés de ces diverses enquêtes sont variables, mais montrent dans l'ensemble, comme dans la présente étude, que de fortes améliorations sont encore à faire dans ce domaine. Dans une étude sur les élevages français de palmipèdes gras en 2016, le lavage des mains était impossible dans 41% des cas, et le changement de bottes était fréquent pour seulement 20% des éleveurs et 33% des visiteurs. De même, seuls 11% des éleveurs changeaient fréquemment de vêtements (Delpont et al., 2018). Toujours en filière aviaire, une enquête dans des élevages du nord de la Géorgie aux Etats-Unis a montré que

seul 8.8% du personnel changeait systématiquement de bottes et 6.4% utilisait des survêtements avant d'entrer en contact avec les animaux. Dans les élevages du sud de la Géorgie, ces résultats tombaient à 0% (Dorea et al., 2010).

Une bonne conception du sas et un équipement adapté sont un préalable indispensable à la mise en place de bonnes mesures d'hygiène, mais encore faut-il que ces mesures soient appliquées. Une étude menée au Québec s'est intéressée à l'observance des mesures de biosécurité par le personnel et les visiteurs passant dans le sas grâce à l'utilisation de caméras cachées. Il ressort de cette étude qu'au total 44 erreurs distinctes ont été commises, avec en moyenne 4 erreurs rapportées par visite. Les cinq erreurs les plus fréquentes ont été : ignorer la séparation zone sale/zone propre (erreur la plus fréquente), ne pas porter ou changer de botte, ne pas se laver les mains, ne pas porter de vêtement de protection, ne pas signer le registre des visiteurs. La nature et la fréquence des erreurs commises suggèrent en premier lieu un manque de compréhension des principes de base de la biosécurité (Racicot et al., 2011).

L'utilisation d'un sas pour chaque unité de production est un point clé dans la biosécurité. Cependant, l'installation de sas conformes est une mesure qui peut être assez coûteuse pour l'éleveur, surtout s'il y en a plusieurs à installer et à équiper (source d'eau, lavabo, etc.). De plus, selon la configuration des bâtiments et parcours déjà en place, il peut être difficile d'installer le sas de façon à le rendre contraignant. Lors des inspections, beaucoup d'élevages avaient des sas en cours de construction/aménagement, qui seront donc à réévaluer par la suite, et peuvent expliquer en partie les faibles proportions d'exploitations conformes au moment des inspections.

Un point est à nuancer dans l'évaluation des items liés au sas. En effet, contrairement aux enquêtes de biosécurité où les points concernant par exemple le changement de bottes et de vêtements sont évalués séparément, dans la présente étude tous ces paramètres sont évalués dans les items liés au sas. L'absence de sas confère donc obligatoirement la note D à l'élevage, néanmoins, cela ne signifie pas pour autant que le changement de bottes et de vêtements n'étaient pas appliqués par l'éleveur malgré l'absence de sas. Cependant, un changement de bottes/vêtements en l'absence de sas délimitant une zone sale et une zone propre constitue un croisement des circuits, donc une erreur en termes de biosécurité.

3) Protection vis-à-vis des animaux domestiques, des nuisibles et de l'avifaune sauvage

3.1) Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)

Les animaux de compagnie sont interdits dans la zone professionnelle, à l'exception des chiens de travail, car ils peuvent jouer un rôle de vecteur pour certains agents infectieux. Les résultats obtenus pour cette variable sont **très satisfaisants** avec 94.8% de résultats conformes. Ces résultats sont bien meilleurs que ceux trouvés dans les précédentes enquêtes de biosécurité. En effet, dans l'étude de Delpont (2018), les animaux de compagnie étaient en contact fréquent avec la volaille dans 39% des exploitations de palmipèdes gras visitées. Dans une autre étude réalisée sur 421 élevages de porcs en Belgique, les chiens et chats avaient accès à l'intérieur des bâtiments dans 54.6% des cas (Ribbens et al., 2008). Cependant, dans

ces études, il n'est pas précisé si les chiens de travail étaient pris en compte ou non dans les animaux domestiques, ce qui pourrait en partie expliquer l'écart observé entre nos résultats et ceux des autres études.

3.2) Lutte contre les nuisibles

Les rongeurs peuvent jouer un rôle de vecteur à la fois mécanique et biologique dans la transmission de certains agents infectieux, que ce soit au sein d'un élevage ou entre élevages voisins (Lister, 2008). La lutte contre ces nuisibles est donc un point de biosécurité important : l'éleveur doit justifier d'un contrat ou d'une procédure de dératisation pour l'ensemble de son site d'exploitation qui précise les lieux de dépôt des appâts ainsi que la fréquence des vérifications. Il doit conserver les enregistrements des interventions pendant cinq ans.

Les résultats obtenus pour la variable « Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions » sont **très insatisfaisants** avec seulement 63.7% de résultats conformes (notes A) et 13.2% de résultats en non-conformité majeure (note D). Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont l'absence d'un protocole de lutte (absence de lutte ou lutte non formalisée par écrit) et la présence de rongeurs décelée sur le site. Les raisons de non-conformité mineure évoquées sont la présence d'un protocole incomplet (emplacements des appâts, fréquence de renouvellement, produits utilisés) ou insuffisant (nombre d'appât insuffisant et/ou fréquence de renouvellement insuffisante), ainsi que l'absence d'enregistrements des interventions ou des enregistrements incomplets.

La lutte contre les nuisibles est un point régulièrement vérifié dans les enquêtes de biosécurité. Dans l'étude de Delpont (2018), la lutte contre les rongeurs était effectuée par l'éleveur dans 74% des 46 élevages de palmipèdes gras visités et par un professionnel dans les 26% restants. Néanmoins, l'absence de rongeurs n'avait pu être présumée que dans 37% de ces élevages. Dans une étude conduite en Belgique, 84% des élevages commerciaux de volailles présentaient une lutte permanente contre les rongeurs (Van Steenwinkel et al., 2011). Dans la filière porcine, les résultats trouvés dans la littérature sont variables avec une lutte contre les rongeurs appliquée selon les études dans 92% des élevages (Simon-Grifé et al., 2013), 89.3% (Ribbens et al., 2008) et 54.7% (Casal et al., 2007).

La mise en place d'appâts et leur renouvellement fréquent est une mesure assez simple à mettre en place, mais nécessite de la rigueur.

3.3) Entretien des parcours et des abords des bâtiments

La lutte contre les nuisibles passe également par l'entretien des parcours et des abords des bâtiments afin d'éviter la formation de « niches écologiques ». Les abords des bâtiments doivent donc être propres, désherbés ou tondus, et non encombrés. Le sol des parcours doit être en bon état et ne doit pas être encombré. De plus, le parcours ne doit pas présenter de flaques d'eau stagnante à proximité des bâtiments, qui pourraient attirer des oiseaux sauvages. Les résultats obtenus pour la variable « Entretien des abords des bâtiments » sont conformes pour 79.7% des exploitations et en non-conformité majeure pour 4% des exploitations. Dans une enquête sur 127 élevages de canards prêts-à-gaver dans le Sud-ouest de la France, les

abords des bâtiments étaient dégagés pour 71% des élevages (Delpont, non publié). Les résultats concernant la variable « Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel » sont quant à eux conformes dans 87.6% des exploitations concernées (exploitations ayant au moins un parcours).

3.4) Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement

La protection contre l'avifaune sauvage est un point clé de biosécurité dans le cadre de l'influenza aviaire. Les oiseaux sauvages ne doivent pas avoir accès à l'intérieur des bâtiments, ni aux dispositifs d'alimentation et d'abreuvement des volailles. Ces dispositifs doivent être protégés, soit en étant placés à l'intérieur des bâtiments, soit en étant couverts d'un toit s'ils sont situés sur les parcours extérieurs.

Les résultats obtenus pour la variable « Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement » sont conformes pour 89.4% des exploitations et en non-conformité majeure pour 4.85% des exploitations. La proportion importante de non réponse obtenue pour cette variable (19.6%) s'explique par le fait que de nombreuses exploitations n'avaient pas de dispositifs d'alimentation ou d'abreuvement extérieurs. Les principales raisons de non-conformité évoquées dans les rapports d'inspection sont la présence de dispositifs extérieurs non couverts, et la présence de restes alimentaires accumulés sur le sol autour de ces dispositifs (ces restes pouvant ainsi attirer à la fois les oiseaux et d'autres nuisibles).

Dans une étude australienne réalisée en 2007 sur 1058 élevages de volailles, l'accès aux dispositifs d'abreuvement par les oiseaux sauvages était impossible pour 100% des élevages de poulets de chair, 100% des élevages de canards et 96% des élevages de dindes (East, 2007). Dans une étude en Belgique, l'accès aux dispositifs d'alimentation par les oiseaux sauvages était impossible pour 92% des élevages commerciaux de volailles, contre seulement 32% des élevages non commerciaux (Van Steenwinkel et al., 2011). En France, les résultats précédemment trouvés étaient un peu moins bons avec seulement 72% des 46 élevages de palmipèdes gras étudiés pour lesquels les dispositifs d'abreuvement étaient soit situés à l'intérieur, soit protégés des oiseaux sauvages si situés à l'extérieur (Delpont et al., 2018).

3.5) Mesures de protection du stockage des aliments et de la litière

Cette protection vis-à-vis des nuisibles et de l'avifaune sauvage concerne aussi les lieux de stockage des aliments et de la litière neuve. En effet, ils représentent deux sources possibles d'agents infectieux pour la volaille s'ils ont auparavant été contaminés par des rongeurs ou des oiseaux sauvages. Les aliments doivent donc être stockés dans des silos ou dans des sacs hermétiques, et aucun dépôt d'aliment ne doit être présent sous les silos de façon à ne pas attirer les nuisibles (Nespeca et al., 1997 ; Van Steenwinkel et al., 2011).

Les résultats obtenus pour la variable « Mesures de protection du stockage des aliments » sont **très satisfaisants** avec 92.2% d'exploitations conformes. Concernant les résultats obtenus pour la variable « Mesures de protection du stockage de litière », les résultats sont conformes pour 71.1% des exploitations et en non-conformité majeure pour 4.2% des exploitations. La proportion importante de valeur manquante (29.1%) obtenue pour cette dernière variable peut

s'expliquer par le fait que certains élevages de palmipèdes n'utilisent pas de litière, notamment au stade du gavage ou en élevage de canard à rôtir.

Dans l'étude de Van steenwinkel (2011), le stock d'aliment n'était pas accessible aux rongeurs et aux oiseaux sauvages dans respectivement 89% et 97% des élevages commerciaux de volailles interrogés. Dans cette même étude, les oiseaux sauvages n'avaient pas accès au stock de litière neuve dans 84% des exploitations. Dans une étude australienne, les oiseaux sauvages n'avaient pas accès au stock d'aliment dans 100% des exploitations de poulets de chair, 96% des exploitations de canards et 99% des élevages de dindes (East, 2007).

La protection des stocks d'aliments peut être assez simple à mettre en place (recours quasi-systématique aux silos fermés), en revanche cela peut s'avérer plus lourd à mettre en place pour la litière (nécessité d'avoir un bâtiment suffisamment protégé).

4) Nettoyage-désinfection et vides sanitaires

4.1) Nettoyage-désinfection

Le protocole de nettoyage-désinfection est d'une importance capitale pour réduire la charge de micro-organismes. Toute matière organique résiduelle peut protéger les micro-organismes de l'action des désinfectants (Hauck et al., 2017). L'utilisation de détergent, permettant d'éliminer plus facilement la matière organique, est donc essentielle. Réglementairement, tout éleveur doit désormais définir un plan de nettoyage-désinfection détaillant pour chaque unité de production les opérations à réaliser. Ce plan doit aussi préciser les autocontrôles à effectuer ainsi que les actions correctives prévues en cas de résultats défavorables. Il concerne à la fois l'intérieur des bâtiments, les parcours, et le matériel qui s'y trouve, tels que les systèmes d'alimentation et d'abreuvement, et les abris.

Les résultats obtenus pour la variable « Protocole de nettoyage-désinfection, incluant les autocontrôles, l'enregistrement des nettoyages-désinfections effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables » sont **très insatisfaisants** avec seulement 52.9% d'exploitations conformes (note A) et 18.2% des exploitations en non-conformité majeure (note D). Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont l'absence de protocole de nettoyage/désinfection, la présence d'un protocole type donné par un groupement mais ne correspondant pas à ce qui est réalisé par l'éleveur, l'absence d'autocontrôles et/ou d'enregistrements des interventions. Les principales raisons de non-conformité mineure évoquées sont la présence d'un protocole incomplet, et l'absence d'enregistrements des interventions, autocontrôles ou actions correctives effectuées.

Dans les précédentes enquêtes de biosécurité, les données concernant les protocoles de nettoyage-désinfection sont variables. Une étude rapportait la présence d'un nettoyage-désinfection régulier dans 95% des exploitations commerciales de volailles interrogées contre 50% des exploitations non commerciales (Van Steenwinkel et al., 2011). Une enquête dans des élevages de poulets de chair du nord de la Géorgie rapportait que seules 20% des exploitations utilisaient du désinfectant, 64.4% réalisaient un lavage sous haute pression,

33.8% réalisaient un lavage simple à l'eau, et 3.5% n'effectuaient pas de nettoyage (Dorea et al., 2010). Une étude sur les élevages de palmipèdes gras du sud-ouest français a quant à elle montré que l'utilisation de détergent n'était effective que dans 37% des exploitations visitées (Delpont et al., 2018).

Pour que le protocole de nettoyage-désinfection soit efficace, il faut que les bâtiments soient facilement nettoyables. Pour cela, il faut que les parois et plafonds soient lisses et imperméables, qu'il n'y ait pas de trous ou de fissures, que les matériaux soient en bon état de conservation (notamment pour le bois) etc. Les résultats concernant la variable « Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments » sont conformes dans 79% des exploitations et en non-conformité majeure dans 4.79% des exploitations. Le respect de cette mesure peut être compliqué pour l'éleveur car les exploitations non conformes sont généralement des exploitations avec des bâtiments très anciens et souvent mal entretenus, dont les travaux de rénovation pourraient s'avérer extrêmement coûteux.

Les résultats concernant les variables « Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches » pour le nettoyage/désinfection et « Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation » sur les parcours, sont quant à eux **très satisfaisants** avec respectivement 96% et 90,6% d'exploitations conformes.

4.2) Protocole et durées des vides sanitaires

Un vide sanitaire de l'unité de production est obligatoire entre chaque bande après les opérations de nettoyage-désinfection de l'unité. La durée du vide sanitaire doit être adaptée à chaque type de production. Les résultats obtenus pour la variable « Protocole et durées des vides sanitaires » sont conformes dans 76.4% des exploitations, et en non-conformité majeure dans 9.75% des exploitations. Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont l'absence de vide sanitaire, la méconnaissance et/ou non-respect des durées minimales réglementaires des vides sanitaires, ou encore l'impossibilité de vérifier ce point lors de l'inspection du fait de l'absence d'enregistrements des opérations de nettoyage/désinfection.

Dans les précédentes études, l'évaluation se porte principalement sur la présence d'un vide sanitaire annuel de l'ensemble de l'exploitation. Dans une étude sur des élevages de palmipèdes gras, seuls 33% des élevages réalisaient un tel vide sanitaire (Delpont et al., 2018). Aux Etats-Unis en Géorgie, dans une enquête en élevages de poulets de chair, les résultats étaient bien meilleurs avec 84.5% des exploitations du nord de l'état et 98.4% des exploitations du sud de l'état réalisant un vide sanitaire annuel de l'ensemble du site (Dorea et al., 2010).

L'application d'un vide sanitaire est plus facile à mettre en place en production de poulet de chair, où les bâtiments d'une même exploitation peuvent être synchronisés. Dans les exploitations de poules pondeuses ou de canards à foie gras, l'occupation continue de certains ateliers (chez les éleveurs-gaveurs) ou la continuité de la vente de produits finis rendent la mesure plus compliquée à mettre en place.

5) Gestion des sous-produits animaux

5.1) Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches

Les lisiers, fumiers et fientes sèches sont des facteurs de risque importants de contamination ou de diffusion lors de l'épandage s'ils ne sont pas assainis, ou via le voisinage lorsque les installations ne sont pas suffisamment isolées et protégées. Ces effluents doivent donc être stockés de manière à prévenir tout risque de contamination des unités de production du site ou des sites voisins.

Les résultats obtenus pour la variable « Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches » sont **très satisfaisants** avec 92.5% de résultats conformes. Concernant les résultats obtenus pour les variables « Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement » et « Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis », les résultats sont aussi **très satisfaisants** avec respectivement 91.6% et 91.7% de résultats conformes. Néanmoins, l'interprétation de ces résultats reste à nuancer car ces 2 variables présentaient des taux importants de valeurs manquantes (respectivement 15.6% et 24.5%).

Dans une étude sur 46 élevages français de palmipèdes gras, l'auteur s'est intéressé à la distance entre le lieu de stockage du fumier et les canards. Il a trouvé que dans 36% des exploitations cette distance était inférieure à 50m, et que le fumier n'était stocké en dehors de l'exploitation que dans 25% des cas (Delpont et al., 2018). Une étude conduite en Belgique a quant à elle montré que dans 57% des élevages commerciaux de volailles interrogés, les oiseaux sauvages pouvaient avoir accès au lieu de stockage du fumier (Van Steenwinkel et al., 2011), ce qui est absolument à éviter.

5.2) Conditions de conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage

Les cadavres sont une source de contamination importante du fait des fortes charges d'agents infectieux qu'ils peuvent porter. En France, l'équarrissage constitue la seule façon autorisée d'éliminer les cadavres. Les cadavres doivent être collectés quotidiennement et conservés dans un équipement adapté (température négative dès lors que l'enlèvement est différé au-delà de 48h). Ils doivent ensuite être transférés la veille ou le jour du passage du camion d'enlèvement dans un bac d'équarrissage. La localisation du bac d'équarrissage est un point clé dans la biosécurité. Elle permet d'éloigner le camion d'équarrissage des aires d'élevages (le bac doit être placé en limite du site d'exploitation). Le recours-même à l'équarrissage a été trouvé comme étant un facteur de risque dans la dissémination d'influenza aviaire chez la volaille (McQuiston et al., 2005).

Les résultats obtenus pour la variable « Conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage » sont conformes dans 75.8% des exploitations, et en non-conformité majeure dans 11.1% des exploitations. Les principales raisons de non-conformité majeure évoquées dans les rapports d'inspection sont : l'absence de congélateur et/ou de bac d'équarrissage, le stockage de cadavres dans le bac d'équarrissage pendant plusieurs jours, l'emplacement inapproprié du bac d'équarrissage (proche des animaux), et enfin l'élimination des cadavres par d'autres moyens que l'équarrissage (cadavres enterrés sur l'exploitation, brûlés, éliminés dans le fumier, ou encore utilisés comme appât).

Une étude réalisée sur des élevages français de palmipèdes gras a montré que le camion d'enlèvement ne rentrait pas sur l'exploitation dans seulement 46% des élevages et que dans 17% des cas, le bac d'équarrissage était situé à une distance inférieure à 10m des animaux (41% des cas entre 11 et 30m de distance, et 41% à plus de 30m) (Delpont et al., 2018). Aux Etats-Unis en Géorgie, les méthodes d'élimination des cadavres sont très différentes, en effet, une étude réalisée sur des élevages de poulets de chair a montré qu'au nord de l'état, 15% des éleveurs éliminaient des cadavres par compostage, 6.5% par incinération et 83.5% les enterraient (Dorea et al., 2010).

Les résultats obtenus pour la variable « Collecte quotidienne des cadavres » sont **très satisfaisants** avec 94.4% de résultats conformes. Néanmoins, la fiabilité de ces résultats est à nuancer car il s'agit d'un point difficile à vérifier et la note attribuée repose donc essentiellement sur les dires de l'éleveur.

6) Contrôle documentaire

L'arrêté du 8 février 2016 impose à tout éleveur d'élaborer un plan de biosécurité sur la base d'une analyse de risque de son exploitation. De plus, il est désormais obligatoire pour les éleveurs et leur personnel permanent de suivre une formation relative à l'élaboration et la gestion de ce plan. Les attestations de formation doivent être jointes au plan de biosécurité afin de pouvoir être contrôlées le jour de l'inspection.

Les résultats obtenus pour la variable « Certificat de formation en biosécurité (détenteur et personnel permanent) » sont conformes dans 82.5% des exploitations inspectées et non conformes dans 17.5% des exploitations. Les raisons de non-conformité évoquées sont l'absence de formation effectuée par le détenteur et le personnel permanent, l'absence de formation pour le personnel seulement, et enfin la non présentation de l'attestation le jour de l'inspection même si la formation avait été effectuée. Il est nécessaire de rappeler qu'à partir de l'entrée en vigueur de l'arrêté du 8 février 2016, les éleveurs avaient 2 ans (jusqu'à juillet 2018) pour suivre une formation de biosécurité. Au moment des inspections, ce délai n'avait pas encore expiré et de nombreux éleveurs avaient une formation prévue dans les mois qui suivaient. La conformité de ce point réglementaire est donc susceptible d'avoir évolué rapidement après les inspections.

Concernant la variable « Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation) », les résultats sont **très insatisfaisants** avec seulement 66.7% des exploitations inspectées conformes. Les raisons de non-conformité évoquées dans les rapports sont l'absence de plan et la présence d'un plan incomplet ou non adapté à l'exploitation. La proportion élevée de résultats non conformes concernant l'existence de ce plan est en partie liée au fait que de nombreux élevages avaient un plan qui était encore en cours d'élaboration au moment de l'inspection. En effet, très peu d'élevages possédaient un plan de biosécurité écrit avant que cela ne devienne une obligation réglementaire, et les élevages qui en possédaient étaient majoritairement les élevages appartenant à des compagnies intégrées. De plus, la formation de biosécurité (qui a pour objectif d'aider l'éleveur à élaborer son plan de

biosécurité) n'avait pas encore été suivie par certains éleveurs au moment de l'inspection de leur exploitation.

Dans les précédentes enquêtes de biosécurité, l'existence d'un plan de biosécurité est un point très peu étudié, néanmoins une étude réalisée sur 1058 élevages aviaires en Australie a montré que 88% des élevages de poulets de chair, 50% des élevages de canards, et 93% des élevages de dindes interrogés possédaient un plan de biosécurité écrit. Cependant, la possession d'un tel plan n'était pas une obligation réglementaire dans les élevages de cette étude, et le contenu de ce plan n'était donc pas imposé (East, 2007).

7) Bilan

Pour résumer, apparaissent comme globalement très satisfaisantes (proportion de A supérieure à 90%) les pratiques de biosécurité suivantes :

- Le respect de la conduite en bande unique par unité de production
- L'accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches
- La présence de matériel dédié par unité de production ou faisant l'objet d'un nettoyage-désinfection après chaque utilisation
- L'aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation
- L'absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)
- Les mesures de protection du stockage des aliments
- Les conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches

A l'inverse, de nombreuses non-conformités (proportion de A inférieure à 70%) ont été observées pour ce qui concerne :

- L'existence d'un plan de biosécurité
- La définition et délimitation des zones du site d'exploitation
- L'existence d'un plan de circulation
- La disposition et l'équipement des sas
- La présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles
- Le protocole de nettoyage/désinfection

C) Comparaison des résultats selon l'espèce et le bassin de production

1) Comparaison des résultats obtenus selon l'espèce

Parmi les 1517 rapports étudiés, 1407 ont pu être classés en trois groupes selon l'espèce : les rapports concernant les exploitations élevant uniquement des palmipèdes (canards et/ou oies) (758/1407), ceux concernant les exploitations spécialisées en gallinacées (498/1407), et ceux concernant les élevages mixtes (possédant à la fois au moins un atelier palmipède et un atelier gallinacée) (151/1407). L'Annexe 4 présente les pourcentages de résultats conformes (note A) obtenus selon l'espèce pour chacune des variables. Les tests statistiques χ^2 et Fisher réalisés ont montré une différence significative (p-value < 0.05) entre les résultats obtenus pour les 3 groupes d'espèces pour 23 des variables étudiées. Les variables grisées dans le tableau de l'Annexe 4 correspondent aux variables pour lesquelles ces tests n'ont pas montré de différence significative entre les résultats des trois groupes d'espèce (p-value > 0.05).

Pour la majorité des variables dont les résultats sont significativement différents entre les 3 groupes, les exploitations détenant uniquement des palmipèdes ont un pourcentage de résultats conformes plus élevé que les exploitations détenant uniquement des gallinacées, ces dernières ayant elles-mêmes un pourcentage de résultats conformes plus élevé que les exploitations mixtes.

Cette conformité plus élevée dans les élevages de palmipèdes peut être liée au fait que la filière palmipède gras est celle qui a été la plus directement touchée par les crises récentes d'influenza aviaire. Ces crises ont en effet probablement favorisé la mise en place et le renforcement des mesures de biosécurité dans les zones atteintes beaucoup plus rapidement que dans des zones non touchées par la crise. En effet, la conscience d'un danger immédiat peut inciter les éleveurs à une meilleure observance des mesures de biosécurité. En Géorgie, une étude a évalué la mise en place des mesures de biosécurité sur 267 élevages de poulets de chair et il est ressorti que la mise en place des mesures de biosécurité était plus élevée au nord de l'état comparativement au sud (Dorea et al., 2010). Or, le nord de l'état vivait à cette période-là une épidémie de laryngotrachéite infectieuse, ce qui pourrait expliquer une plus forte observance des mesures dans cette partie de l'état. De plus, lors de la crise d'influenza aviaire de 2016-2017, le repeuplement des élevages de palmipèdes n'a pu être réalisé que sous réserve du respect de certaines mesures de biosécurité et de surveillance, ce qui garantissait dès lors un certain taux de conformité dans ces élevages.

Les taux de non-conformité plus faibles observés dans les élevages mixtes peuvent être liés au fait que ces élevages font face à des contraintes supplémentaires liées à la multiplicité d'espèce et de mode de production (petits bâtiments multiples, méthodes de production non standardisées, absence de suivi technique par des groupements de production) que ne rencontrent pas les élevages détenant une seule espèce. Par exemple, on peut supposer que les mesures liées à la gestion de la circulation et des flux sont d'autant plus complexes qu'il y a différentes espèces présentes sur le même site d'exploitation. Dans une étude de biosécurité conduite en suède sur 518 élevages (bovins, ovins, caprins et porcins), les résultats ont montré que les exploitations détenant à la fois des porcs et une autre espèce présentaient un moins

bon niveau de biosécurité que celles détenant uniquement des porcs (Nöremark et al., 2010). De même, une étude réalisée en Belgique sur 74 élevages bovins a montré que les élevages possédant à la fois un atelier laitier et allaitant présentaient des scores de biosécurité plus faibles que ceux ne détenant qu'un seul type d'atelier (Sarrazin et al., 2014).

Quelques variables font exception à cette tendance générale, comme par exemple la variable « Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement », pour laquelle les élevages de gallinacées présentent un taux de conformité plus élevé que les élevages de palmipèdes et les élevages mixtes. Cela peut s'expliquer simplement par le fait que pour les gallinacées les dispositifs d'alimentation sont toujours situés à l'intérieur des bâtiments (même lorsqu'il y a accès à un parcours extérieur), ce qui n'est pas forcément le cas pour les palmipèdes.

2) Comparaison des résultats obtenus selon le bassin de production

Pour rappel, 51% (774/1517) des exploitations inspectées sont situées dans le bassin « Sud-ouest », 18.3% (278/1517) dans le bassin « Grand-ouest », et 30.7% (465/1517) dans le bassin « Autre » (Figure 23). L'Annexe 5 présente les pourcentages de résultats conformes (note A) obtenus selon le bassin de production pour chacune des variables. Les tests statistiques χ^2 et Fisher réalisés ont montré une différence significative (p-value < 0.05) entre les résultats obtenus pour les 3 bassins de production pour 28 des variables étudiées. Les variables grisées dans le tableau de l'Annexe 5 correspondent aux variables pour lesquelles ces tests n'ont pas montré de différence significative entre les résultats des trois bassins (p-value > 0.05).

Pour la majorité des variables dont les résultats sont significativement différents entre les 3 bassins, les exploitations du bassin « Sud-ouest » ont un pourcentage de résultats conformes plus élevé que les exploitations du bassin « Grand-ouest », ces dernières ayant elles-mêmes un pourcentage de résultats conformes plus élevé que les exploitations situées dans le bassin « Autre ». Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus précédemment. En effet, les exploitations de palmipèdes apparaissent comme celles présentant les meilleurs taux de conformité, or le bassin « Sud-ouest » regroupe une grande concentration d'exploitations de palmipèdes par rapport aux bassins « Grand-ouest » et « Autre » (Figure 24), il est donc cohérent que les taux de conformité soient globalement plus élevés dans le bassin « Sud-ouest » que dans les deux autres. De plus, le bassin « Sud-ouest » ayant été le plus fortement touché par les crises d'influenza aviaire, les mesures de biosécurité ont donc été plus rapidement renforcées dans cette région-là.

Quelques variables font exception à cette tendance générale, comme par exemple la variable « Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments », pour laquelle les élevages du bassin « Grand-ouest » présentent le plus faible taux de conformité. Cela peut éventuellement s'expliquer par l'existence d'un parc bâtiment très vieillissant dans le grand-ouest français, et particulièrement en Bretagne (Chambres d'agriculture de Bretagne, 2018). La structure vieillie de ces bâtiments est donc forcément moins adaptée à un nettoyage efficace que celle de bâtiments récents.

III. Discussion générale et perspectives

A) Les forces de l'étude

Une des principales forces de cette étude est la taille importante de l'échantillon utilisé. En effet, au total, 1616 rapports d'inspection ont été recueillis, dont 1517 ont pu être inclus dans le tableau de données final. Comparé aux enquêtes de biosécurité réalisées précédemment, que ce soit en France ou dans d'autres pays, en filière avicole ou non, il s'agit ici d'une étude de grande envergure. En filière avicole, une enquête de biosécurité en Belgique s'est basée sur un échantillon de 342 sites d'élevage (Van Steenwinkel et al., 2011), une autre enquête aux Etats-Unis a été conduite sur 267 élevages de poulets de chair (Dorea et al., 2010), une autre encore s'est portée sur 399 élevages de poulets de chair répartis dans 5 états membres de l'Union Européenne (Belgique, Finlande, Grèce, Pologne et Espagne) (Van Limbergen et al., 2018), enfin dans le sud-ouest français, une étude s'est intéressée à 46 élevages de canards (Delpont et al., 2018). Il en est de même dans les autres filières, par exemple en filière porcine, avec des enquêtes de biosécurité réalisées sur 421 élevages porcins en Belgique (Ribbens et al., 2008), 100 élevages porcins en Espagne (Simon-Grifé et al., 2013), 50 élevages porcins au Chili (Julio Pinto, Santiago Urcelay, 2003), ou encore 161 élevages porcins au Canada (Bottoms et al., 2013). Une enquête conduite en suède sur des élevages bovins, ovins, caprins et porcins a pu obtenir un échantillon de 518 élevages au total (Nöremark et al., 2010). Une seule étude, réalisée en Australie, a constitué un échantillon de taille comparable au notre, avec une enquête réalisée sur 1753 élevages aviaires (East, 2007). Cet échantillon de grande taille permet une bonne représentativité de la situation en termes de biosécurité à l'échelle nationale. Associé à la taille importante de l'échantillon, la diversité des espèces, ateliers et modes de production dans les élevages inspectés est également un atout considérable dans cette étude car il permet une meilleure représentativité des différents types d'activité que l'on peut trouver sur le territoire national. Par opposition, dans l'étude de Delpont (2018), seuls les élevages de canards en filière gras du sud-ouest français ont été visés, ne permettant pas une bonne représentativité de l'ensemble des activités réalisées sur le territoire. Liée à ce dernier point, la répartition géographique des élevages inspectés sur quasiment tout le territoire français métropolitain (malgré une concentration importante dans le sud-ouest liée à une forte concentration des élevages dans cette région-là) est un argument supplémentaire en faveur de la bonne représentativité de notre échantillon.

Un autre point constituant une des grandes forces de l'étude est la réalisation d'une inspection sur le site de l'élevage. En effet, de nombreuses enquêtes de biosécurité sont réalisées uniquement par envoi de questionnaires aux éleveurs par courrier électronique ou voie postale (Julio Pinto, Santiago Urcelay, 2003 ; Ribbens et al., 2008 ; Dorea et al., 2010 ; Nöremark et al., 2010 ; Van Steenwinkel et al., 2011) ou par interview en personne ou par téléphone (East, 2007 ; Bottoms et al., 2013 ; Sarrazin et al., 2014), sans visite associée du site d'exploitation. La fiabilité des informations obtenue par visite de l'élevage est donc bien plus importante que celle obtenue uniquement par réalisation d'interview ou envoi de questionnaires aux éleveurs, sans vérification de l'exactitude de leurs réponses. En effet, la concordance entre ce qu'un éleveur dit faire et ce qu'il fait réellement peut être biaisée par son désir d'avoir la « bonne

réponse », ou tout simplement parce qu'il est parfois difficile pour l'éleveur de rendre compte en détail de ses pratiques quotidiennes (Nespeca et al., 1997).

B) Les faiblesses de l'étude

La taille de l'échantillon et la diversité des espèces et ateliers représentés dans l'étude, bien que constituant une des principales forces de l'étude, amènent aussi certaines limites. En effet, comme expliqué de façon détaillée dans la partie Matériels et Méthodes, dans l'objectif de réaliser une base de données unique et exploitable, un tri et nettoyage des données collectées initialement a dû être réalisé, conduisant ainsi à l'exclusion d'une partie des données. Cela est tout d'abord lié au fait que des grilles d'inspection différentes ont été utilisées selon le département et la période auxquels les inspections ont eu lieu. Certains rapports d'inspection ont donc dû être totalement exclus de l'étude du fait d'une trop grande divergence entre leur grille d'inspection et celles des autres rapports. C'est notamment le cas des inspections des départements du Maine et Loire, des Côtes d'Armor, de la Loire et de la Drôme (représentant au total 99 rapports d'inspection exclus, soit 6.1% des rapports recueillis initialement). Ensuite, dans les rapports conservés, certaines variables intéressantes, comme par exemple la présence d'une « aire de stationnement pour les visiteurs », qui est une mesure importante en termes de biosécurité afin d'éviter l'entrée de leurs véhicules en zone professionnelle, ont également dû être exclues de la base de données finale car elles étaient absentes dans certaines grilles d'inspection. Enfin, afin d'homogénéiser les données, un travail de recodage de certaines variables a dû être réalisé. Ce recodage a notamment consisté en la fusion de plusieurs variables, en conservant dans une grande majorité des cas la plus mauvaise des notes lors de la fusion. Ce choix de conserver la plus mauvaise des notes est un choix arbitraire, reposant sur une volonté de conserver un maximum de variabilité dans les résultats et de ne pas surestimer la conformité des nouvelles variables créées. Néanmoins, il y a donc à l'inverse un risque de surestimation de la non-conformité de ces nouvelles variables.

Une autre limite liée à l'envergure de l'étude est le fait que les inspections ont été réalisées par un grand nombre d'inspecteurs différents. Nous ne pouvons donc pas exclure certains biais inspecteur-dépendants. En effet, malgré une formation préalable aux inspections et la présence d'un guide d'aide à l'inspection, une certaine subjectivité subsiste lors du remplissage de la grille pendant la visite. Les divergences entre inspecteurs dans les notes attribuées pour des non-conformités similaires, objectivées par lecture des commentaires dans les rapports d'inspection, en témoignent ostensiblement. Par exemple, pour une même non-conformité telle que l'absence d'enregistrement des interventions de lutte contre les nuisibles (notifiée comme telle dans le commentaire laissé par l'inspecteur), certains inspecteurs ont attribué la note B, d'autres la note C, et d'autres encore la note D. Une explication pour de telles divergences dans la notation peut être liée à une compréhension différente de la façon dont doivent être attribuées les notes. Nous pouvons supposer que certains inspecteurs ont considéré que pour la variable « enregistrements des interventions », l'absence totale d'enregistrement est la plus grande non-conformité possible pour cette variable et correspond donc automatiquement à la note D. En revanche, d'autres inspecteurs ont dû considérer que du point de vue du risque vis-à-vis de l'introduction de l'influenza aviaire, l'absence d'enregistrement des interventions de lutte contre les nuisibles ne représente qu'un risque

mineur en termes de biosécurité et attribuent donc la note B. La subjectivité la plus manifeste concerne la note globale de l'exploitation attribuée en fin d'inspection, qui n'a donc pour cette raison pas été exploitée.

De plus, l'utilisation de grilles d'inspection similaires pour des espèces, ateliers et modes de production différents ont aussi conduit à certaines inadéquations entre les items de la grille et les élevages inspectés, pouvant ainsi aboutir à des proportions élevées de non-réponse. C'est notamment le cas pour tous les items concernant la conception et l'entretien des parcours extérieurs dans les exploitations n'en possédant pas, ou encore les items concernant le stockage de la litière dans les ateliers n'en faisant pas usage (ateliers de gavage ou de production de canard en filière maigre).

Une limite inhérente à la mise en page de certaines grilles d'inspection s'est également révélée au cours de la lecture des rapports d'inspection et a posé problème lors de l'étape de saisie. Cette difficulté s'est posée au niveau des items concernant les espèces et ateliers de l'exploitation et a parfois conduit à de grosses incohérences entre les espèces et ateliers indiqués par l'inspecteur. Le principal problème est lié au fait que pour l'item « Type(s) d'atelier(s) », le nombre de cases à cocher ne correspond pas au nombre d'ateliers cités, il a donc parfois été difficile de déterminer quel atelier a réellement voulu cocher l'inspecteur.

Une des principales limites de l'étude, inhérente à la réalisation d'une inspection de l'exploitation à un instant t et non pas d'un suivi réel des pratiques de l'éleveur, est que l'on contrôle la mise en place des moyens nécessaires au respect des principes de biosécurité, mais que l'on ne contrôle pas leur mise en application dans la pratique quotidienne. Par exemple concernant les sas, l'inspecteur contrôle la présence d'une bonne délimitation des zones propres et sales dans le sas, la présence de tenues de protection, d'un lavabo et d'eau courante, mais il ne contrôle pas leur réelle utilisation. L'éleveur peut donc très bien être correctement équipé, mais dans sa pratique quotidienne ne finalement pas respecter les zones du sas, ne pas changer de tenue et ne pas se laver les mains avant d'entrer dans le bâtiment. Ce type d'étude ne permet donc pas d'évaluer l'observance réelle de l'éleveur vis-à-vis de certaines mesures de biosécurité. Une technique objective et fiable d'évaluation de l'observance peut consister en revanche en l'utilisation de caméras cachées dans les élevages. En production aviaire, cette technique a été utilisée pour la première fois en 1998 en Caroline du Nord afin d'évaluer l'observance d'une nouvelle procédure d'enregistrement des visiteurs à l'entrée de bâtiments aviaires (Vaillancourt, Carver, 1998). Une caméra cachée était installée sur trois fermes et un suivi était fait 24 heures par jour pendant sept jours. Plus tard, l'équipe a de nouveau fait appel à l'utilisation d'une caméra cachée pour évaluer l'observance des mesures de biosécurité à l'entrée et à la sortie de bâtiments d'élevages avicoles au Québec (Racicot et al., 2011).

Enfin, certaines informations non incluses dans les grilles d'inspection auraient été intéressantes à recueillir. Il s'agit notamment des informations concernant la taille de l'exploitation (en effectifs de volailles) et la densité d'élevage dans le voisinage. En effet, plusieurs études concordent sur le fait que le niveau de biosécurité d'un élevage est souvent proportionnel à sa taille (Ribbens et al., 2008 ; Nöremark et al., 2010 ; Bottoms et al., 2013 ;

Simon-Grifé et al., 2013) et à la densité d'élevage dans la région où il est situé (Bottoms et al., 2013 ; Simon-Grifé et al., 2013). Cela aurait donc été un point pertinent à étudier. D'après la littérature, le niveau de biosécurité est aussi généralement meilleur dans les exploitations avicoles commerciales comparé aux exploitations non commerciales (Ribbens et al., 2008 ; Van Steenwinkel et al., 2011). Toutefois dans notre étude, les inspections ayant principalement visé les exploitations commerciales de volailles, une telle comparaison entre exploitations commerciales et non commerciales n'était pas réalisable. De plus, le niveau de biosécurité peut aussi être lié à l'appartenance ou non de l'exploitation à une compagnie intégrée, l'appartenance à une telle compagnie menant généralement à un niveau de biosécurité plus élevé que dans des élevages indépendants (East, 2007). Là encore l'information concernant l'appartenance à une compagnie n'était pas disponible.

C) Perspectives

L'analyse des bilans d'inspection réalisés en élevage fournit un panorama détaillé de l'observance des pratiques de biosécurité en filière avicole en France. La notion d'observance, définie comme étant le rapport du nombre de mesures de biosécurité appliquées sur le nombre exigées, constitue un champ de recherches important dans le domaine de la santé animale. Plusieurs pistes de travail complémentaires peuvent être envisagées à partir du bilan établi.

De nombreuses études ont été conduites afin d'analyser quelles sont les raisons pouvant inciter l'éleveur à appliquer ou non les mesures de biosécurité en élevage. Le manque de connaissance ou de compréhension des mesures de biosécurité est la raison traditionnelle expliquant le peu d'observance (Lotz, 1997 ; Amass, Clark, 1999 ; Sanderson et al., 2000). En effet, si l'éleveur ne comprend pas l'efficacité d'une mesure en termes de biosécurité, il ne comprendra pas l'intérêt de l'appliquer. Une étude réalisée en Espagne s'est intéressée à la relation entre la perception des éleveurs face aux mesures de biosécurité et leur application effective dans leur exploitation (Casal et al., 2007). Des éleveurs de porcs ont ainsi été questionnés sur l'importance accordée à la mise en place des mesures de biosécurité. La plupart des mesures considérées importantes visaient à réduire les risques associés aux visiteurs et aux véhicules, soit le bain routier ou rotoluve (cité par 57% des éleveurs), le contrôle et la restriction des visites (55%), l'entrée interdite aux véhicules (30%) ou la désinfection de ces derniers (19%), l'utilisation de bottes et des vêtements fournis par la ferme (28%) et le sas sanitaire pour se changer (26%). Il est apparu à travers cette étude que la perception d'un éleveur par rapport à l'importance d'une mesure donnée semblait très fortement influencée par les mesures qu'il appliquait dans son propre élevage. En France, les formations en biosécurité rendues obligatoires pour les éleveurs et le personnel permanent par l'arrêté ministériel du 8 février 2016 sont donc essentielles pour améliorer la compréhension des mesures de biosécurité par les éleveurs et ainsi aussi augmenter l'observance de ces mesures.

Une autre raison souvent invoquée dans la littérature concernant l'observance est l'aspect financier associé à la mise en place des mesures. Deux études ont été menées au Royaume-Uni afin d'analyser l'effet du coût sur la volonté des éleveurs à adopter de nouvelles mesures de biosécurité (Fraser et al., 2010). La première étude portait sur le cas hypothétique de la

mise en place de mesures de biosécurité en regard du risque *Campylobacter* dans des élevages de poulets de chair. La seconde portait sur la mise en place effective de nouvelles mesures de biosécurité en regard du risque *Salmonella* dans des élevages de porcs. Ces deux études ont montré que la volonté des éleveurs à adopter de nouvelles mesures était clairement inversement proportionnelle à leurs coûts estimés, et que des incitations ou pénalités financières pourraient être nécessaires pour faciliter leur mise en place. Dans notre étude, la construction de nouvelles infrastructures telles que des sas ou des nouveaux bâtiments, la rénovation de bâtiments anciens, ou encore l'acquisition d'un matériel propre à chaque unité de production, peuvent être des mesures onéreuses pour l'éleveur et donc un frein à sa volonté de les mettre en place.

La conscience d'un danger immédiat peut aussi inciter les éleveurs à une meilleure observance. Dans l'état de Géorgie aux Etats-Unis, une étude a évalué la mise en place des mesures de biosécurité sur 267 élevages de poulets de chair (Dorea et al., 2010). Il en est ressorti que le niveau de biosécurité était plus élevé au nord de l'état comparativement au sud. Or, le nord de l'état vivait à cette période-là une épidémie de laryngotrachéite infectieuse, ce qui pourrait expliquer une plus forte observance. Le risque connu de transmission de maladies pourrait donc favoriser une meilleure mise en place des mesures. De plus, comme vu précédemment (Ribbens et al., 2008 ; Nöremark et al., 2010 ; Bottoms et al., 2013 ; Simon-Grifé et al., 2013) le niveau de biosécurité a tendance à être plus élevé dans les exploitations de grande taille et/ou situées dans des zones de fortes densités d'élevage, ce qui pourrait s'expliquer par une augmentation de la perception par l'éleveur du risque d'introduction de maladie dans son exploitation en fonction de ces deux facteurs. La prise de conscience du danger de l'influenza aviaire suite aux crises majeures ayant touché la France ces dernières années pourrait donc s'avérer être un moteur considérable pour une meilleure observance en élevage, particulièrement dans les exploitations ayant été directement touchées par la crise. Les résultats de notre étude ont d'ailleurs montré qu'à l'heure actuelle, le taux de conformité est meilleur dans les élevages de palmipèdes et dans le sud-ouest de la France, zone la plus touchée par les crises.

Outre la perception du risque, des facteurs individuels peuvent également influencer l'application des recommandations. Il s'agit des attitudes, des traits de personnalité de l'individu, de son expérience et de son niveau d'éducation. Une étude s'est particulièrement intéressée à la relation entre l'observance et les profils de personnalité, l'expérience et l'éducation des 140 participants à l'étude, et a montré qu'il existait effectivement une association entre certains traits de personnalité et l'observance (notamment les traits « responsabilité », « complexité », et « orienté vers l'action »). Le nombre d'années d'expérience en production avicole et l'éducation reliée aux productions animales étaient également significativement associés à l'observance (Racicot et al., 2012b).

Nos travaux, s'ils permettent d'évaluer en partie l'observance, ne proposent que des pistes d'explication quant aux failles observées. Plus d'études sont nécessaires afin d'investiguer, dans le contexte des productions avicoles françaises, les différents déterminants de l'observance listés ci-dessus.

Enfin, un des défis de l'observance réside dans le maintien des bonnes pratiques au court du temps. En effet, la conscience d'un danger immédiat peut ne constituer qu'un moteur à court terme du respect des mesures de biosécurité. Une fois le danger immédiat passé et en l'absence de nouvelle stimulation, il est possible que les « bonnes résolutions » s'estompent peu à peu. Cet effet uniquement à court terme d'un élément « moteur » de l'observance des mesures de biosécurité a été démontré dans une étude conduite au Québec (Racicot et al., 2012a). En effet, des caméras visibles par les éleveurs ont été mises en place à l'entrée et à la sortie de bâtiments avicoles afin de stimuler l'observance des mesures de biosécurité par le personnel et les visiteurs. Les résultats de cette étude ont montré que les caméras ont effectivement eu un effet positif à court terme sur l'observance de ces mesures, mais que 6 mois plus tard cette observance avait déjà très fortement déclinée. Dans ce contexte, le suivi au cours du temps de l'évolution des pratiques de biosécurité constitue un enjeu important, tant du point de vue de la recherche que des gestionnaires du risque et professionnels des filières. Un nouveau programme d'inspection a été mis en place pour la période 2018-2020 dans la continuité de celui de 2016-2017 (DGAL, 2018b). La mise en parallèle des résultats de nos travaux (basés sur les données collectées principalement en 2016-2017) avec ceux du nouveau programme d'inspection sera très intéressante à réaliser. En effet, la fin du délai réglementaire de deux ans accordé pour la mise en oeuvre des aménagements nécessaires dans certaines exploitations, ainsi que les changements mis en place dans les élevages déjà contrôlés et qui seront recontrôlés, permettent d'espérer une hausse des taux de conformité par rapport à ceux obtenus dans cette étude.

CONCLUSION

L'ampleur des crises d'influenza aviaire ayant touché les filières avicoles françaises ces dernières années a révélé la présence de failles non négligeables dans les mesures de biosécurité appliquées dans ces filières. Les mesures de biosécurité en exploitation de volailles ont ainsi fait l'objet d'un encadrement réglementaire strict avec l'entrée en vigueur de l'arrêté ministériel du 8 février 2016. Dans ce contexte, notre étude avait pour objectif de valoriser les données collectées à l'échelle nationale, dans le cadre des inspections officielles programmées suite à l'entrée en vigueur de cet arrêté, en dressant le bilan des pratiques de biosécurité mises en place en élevage.

Toutes filières confondues, les pratiques de biosécurité les mieux respectées concernent le respect de la conduite en bande unique, la présence de matériel dédié par unité de production ou correctement nettoyé et désinfecté entre chaque utilisation, l'absence d'animaux domestiques en zone d'élevage, les mesures de protection du stockage des aliments et les conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches. A l'inverse, les pratiques de biosécurité les moins respectées concernent l'existence du plan de biosécurité, le zonage et la circulation au sein du site d'exploitation, la disposition et l'équipement des sas, la lutte contre les nuisibles, et les protocoles de nettoyage/désinfection du site. De plus, il ressort de cette étude que les exploitations détenant uniquement des palmipèdes ont tendance à un meilleur niveau de biosécurité que les exploitations détenant uniquement des gallinacées, et que les exploitations mixtes sont celles présentant les plus faibles niveaux de conformité. Une distinction peut également se faire au niveau géographique, avec un taux de conformité globalement plus élevé dans les exploitations situées dans le sud-ouest de la France, suivies de celles situées dans le grand-ouest et enfin de celles situées dans le reste du territoire métropolitain.

Un nouveau programme d'inspection a été mis en place pour la période 2018-2020 dans la continuité de celui de 2016-2017. Les résultats de cette thèse contribueront au ciblage des points essentiels à contrôler lors des prochaines inspections et à perfectionner les grilles d'inspection utilisées.

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 **Aurélia PAYOT** intitulée « **Pratiques de biosécurité en élevage avicole : analyse des bilans d'inspection à l'échelle nationale (2016-2018)** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

Fait à Toulouse, le 25/09/2019
Docteur Mathilde PAUL
Maître de Conférences
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



Vu :
Le Directeur par intérim de l'Ecole
Nationale Vétérinaire de Toulouse
Frédéric BOUSQUET



Vu :
Le Président du jury :
Professeur Gérard CAMPISTRON



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



Mme Aurélia PAYOT
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 : 24/09/2019
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

BIBLIOGRAPHIE

- ALARCON, P., BROUWER, A., VENKATESH, D., DUNCAN, D., DOVAS, C.I., GEORGIADES, G., MONNE, I., FUSARO, A., DAN, A., ŠMIETANKA, K., RAGIAS, V., BREED, A.C., CHASSALEVRIS, T., GOUJGOULOVA, G., HJULSAGER, C.K., RYAN, E., SÁNCHEZ, A., NIQUEUX, E., TAMMIRANTA, N., ZOHARI, S., STROUD, D.A., SAVIĆ, V., LEWIS, N.S. et BROWN, I.H., 2018. Comparison of 2016–17 and Previous Epizootics of Highly Pathogenic Avian Influenza H5 Guangdong Lineage in Europe. In : *Emerging Infectious Diseases*. décembre 2018. Vol. 24, n° 12, p. 2270-2283. DOI 10.3201/eid2412.171860.
- ALEXANDER, D.J., 2000. A review of avian influenza in different bird species. In : *Veterinary Microbiology*. 2000. Vol. 74, p. 3-13.
- ALEXANDER, D.J., 2007. An overview of the epidemiology of avian influenza. In : *Vaccine*. juillet 2007. Vol. 25, n° 30, p. 5637-5644. DOI 10.1016/j.vaccine.2006.10.051.
- AMASS, S.F. et CLARK, L.K., 1999. Biosecurity considerations for pork production units. In : *Swine Health and Production*. 1999. Vol. 7, n° 5, p. 217-228.
- ANSES, 2017a. Avis de l'Anses relatif au « périmètre optimal de dépeuplement préventif influenza aviaire IAHP H5N8 » - Saisine n°2017-SA-0011. In : *Anses* [en ligne]. 17 janvier 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2017SA0011.pdf>.
- ANSES, 2017b. Avis de l'Anses relatif aux « conditions de mise en place de volailles dans les zones réglementées suite à la détection d'influenza aviaire hautement pathogène et sur l'adaptation des différentes mesures de gestion des zones » - Saisine n° 2017-SA-0026. In : *Anses* [en ligne]. 10 février 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2017SA0026.pdf>.
- ANSES, 2017c. Avis de l'Anses relatif « aux conséquences de la détection de cas d'IAHP dans la faune sauvage » - Saisine n° 2017-SA-0028. In : *Anses* [en ligne]. 17 février 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2017SA0028.pdf>.
- ARTOIS, M., BICOUT, D., DOCTRINAL, D., FOUCHIER, R., GAVIER-WIDEN, D., GLOBIG, A., HAGEMEIJER, W., MUNDKUR, T., MUNSTER, V. et OLSEN, B., 2009. Outbreaks of highly pathogenic avian influenza in Europe: the risks associated with wild birds. In : *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*. 1 avril 2009. Vol. 28, n° 1, p. 69-92. DOI 10.20506/rst.28.1.1854.
- BESTMAN, M., RUIS, M., HEIJMANS, J., MIDDELKOOP, K. van, DURAND-FLEISCHER, D., CHABROL, P. et DEGENNE, F., 2016. *Signes de poudeuses : guide pratique de l'observation des poules poudeuses*. Roodbont. Signes de poules. ISBN 978-90-8740-226-6.
- BOJESSEN, A.M., NIELSEN, S.S. et BISGAARD, M., 2003. Prevalence and transmission of haemolytic *Gallibacterium* species in chicken production systems with different biosecurity levels. In : *Avian Pathology*. octobre 2003. Vol. 32, n° 5, p. 503-510. DOI 10.1080/0307945031000154107.

BOTTOMS, K., POLJAK, Z., DEWEY, C., DEARDON, R., HOLTKAMP, D. et FRIENDSHIP, R., 2013. Evaluation of external biosecurity practices on southern Ontario sow farms. In : *Preventive Veterinary Medicine*. avril 2013. Vol. 109, n° 1-2, p. 58-68. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.08.013.

BRIAND, F.X., NIQUEUX, E., SCHMITZ, A., HIRCHAUD, E., QUENAULT, H., ALLÉE, C., LE PRIOUX, A., GUILLOU-CLOAREC, C., OGOR, K., LE BRAS, M.O., GARES, H., DANIEL, P., FEDIAEVSKY, A., MARTENOT, C., MASSIN, P., LE BOUQUIN, S., BLANCHARD, Y. et ETERRADOSSI, N., 2018. Emergence and multiple reassortments of French 2015–2016 highly pathogenic H5 avian influenza viruses. In : *Infection, Genetics and Evolution*. juillet 2018. Vol. 61, p. 208-214. DOI 10.1016/j.meegid.2018.04.007.

BRIAND, F.-X., SCHMITZ, A., OGOR, K., LE PRIOUX, A., GUILLOU-CLOAREC, C., GUILLEMOTO, C., ALLÉE, C., LE BRAS, M.-O., HIRCHAUD, E., QUENAULT, H., TOUZAIN, F., CHERBONNEL-PANSART, M., LEMAITRE, E., COURTILLON, C., GARES, H., DANIEL, P., FEDIAEVSKY, A., MASSIN, P., BLANCHARD, Y., ETERRADOSSI, N., VAN DER WERF, S., JESTIN, V. et NIQUEUX, E., 2017. Emerging highly pathogenic H5 avian influenza viruses in France during winter 2015/16: phylogenetic analyses and markers for zoonotic potential. In : *Eurosurveillance*. 2 mars 2017. Vol. 22, n° 9. DOI 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.9.30473.

BRONNER, A., MOISSON, M.-C., CALAVAS, D., HENDRIKX, P., PAUL, M., JABERT, P., GERBIER, G., SAUSSAC, M., DURAND, B. et COURCOUL, A., 2017. Influenza aviaire hautement pathogène en France en lien avec le virus H5N8 : premiers éléments d'interprétation épidémiologique. In : *Plateforme ESA - Epidémiosurveillance santé animale* [en ligne]. mars 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.pplateforme-esa.fr/article/influenza-aviaire-hautement-pathogene-en-france-en-lien-avec-le-virus-h5n8-premiers-elements>.

BRONNER, A., NIQUEUX, E., SCHMITZ, A., BOUQUIN, S.L., HUNEAU-SALAÜN, A., GUINAT, C., PAUL, M., COURCOUL, A. et DURAND, B., 2017. Description de l'épisode d'influenza aviaire hautement pathogène en France en 2016-2017. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. juillet 2017. n° 79, p. 13-17.

BROWN, J.D., GOEKJIAN, G., POULSON, R., VALEIKA, S. et STALLKNECHT, D.E., 2009. Avian influenza virus in water: Infectivity is dependent on pH, salinity and temperature. In : *Veterinary Microbiology*. avril 2009. Vol. 136, n° 1-2, p. 20-26. DOI 10.1016/j.vetmic.2008.10.027.

BROWN, J.D., SWAYNE, D.E., COOPER, R.J., BURNS, R.E. et STALLKNECHT, D.E., 2007. Persistence of H5 and H7 Avian Influenza Viruses in Water. In : *Avian Diseases*. mars 2007. Vol. 51, n° s1, p. 285-289. DOI 10.1637/7636-042806R.1.

CALVAR, C. et LEMOINE, T., 2014. *La biosécurité en élevage de production*. Rapport d'étude. Chambres d'agriculture de Bretagne.

CASAL, J., DE MANUEL, A., MATEU, E. et MARTÍN, M., 2007. Biosecurity measures on swine farms in Spain: Perceptions by farmers and their relationship to current on-farm measures. In : *Preventive Veterinary Medicine*. novembre 2007. Vol. 82, n° 1-2, p. 138-150. DOI 10.1016/j.prevetmed.2007.05.012.

CAUCHARD, J., MERCIER, A., FALALA, S., VAN DE WIELE, A., GUILLEMAIN, M., BRONNER, A. et CALAVAS, D., 2017. Épisode d'influenza aviaire hautement pathogène en Europe en 2016-2017. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. juillet 2017. n° 79, p. 22-26.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2017. Types of Influenza Viruses | CDC. In : *Centers for Disease Control and Prevention* [en ligne]. 27 septembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.cdc.gov/flu/about/viruses/types.htm>.

CHAMBRES D'AGRICULTURE DE BRETAGNE, 2018. La filière volaille de chair en Bretagne - Panorama 2017-2018. In : *Chambres d'agriculture de Bretagne* [en ligne]. 2018. Disponible à l'adresse : <http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/synagri/act-panorama-de-la-filiere-volaille-de-chair-en-bretagne-20172018>.

CHEN, H., SMITH, G.J.D., LI, K.S., WANG, J., FAN, X.H., RAYNER, J.M., VIJAYKRISHNA, D., ZHANG, J.X., ZHANG, L.J., GUO, C.T., CHEUNG, C.L., XU, K.M., DUAN, L., HUANG, K., QIN, K., LEUNG, Y.H.C., WU, W.L., LU, H.R., CHEN, Y., XIA, N.S., NAIPOSPOS, T.S.P., YUEN, K.Y., HASSAN, S.S., BAHRI, S., NGUYEN, T.D., WEBSTER, R.G., PEIRIS, J.S.M. et GUAN, Y., 2006. Establishment of multiple sublineages of H5N1 influenza virus in Asia: Implications for pandemic control. In : *PNAS*. 21 février 2006. Vol. 103, n° 8, p. 2845-2850.

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*. mars 2007. Vol. 51, n° s1, p. 408-413. DOI 10.1637/7595-040306R1.1.

CORNUAU, C., FRANCAIT, J., HARS, J., JESTIN, V., MICHEL, V. et SADONES, H., 2007. L'Influenza aviaire en France en 2006. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation* [en ligne]. décembre 2007. p. 1-4. Disponible à l'adresse : <https://be.anses.fr/sites/default/files/BEP-mg-BE26-art1.pdf>.

DELPONT, M., BLONDEL, V., ROBERTET, L., DURET, H., GUERIN, J.-L., VAILLANCOURT, J.-P. et PAUL, M.C., 2018. Biosecurity practices on foie gras duck farms, Southwest France. In : *Preventive Veterinary Medicine*. octobre 2018. Vol. 158, p. 78-88. DOI 10.1016/j.prevetmed.2018.07.012.

DGAL, 2016a. *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* [en ligne]. 8 février 2016. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032000273>.

DGAL, 2016b. *Arrêté du 9 février 2016 déterminant des dispositions de lutte complémentaires contre l'influenza aviaire hautement pathogène suite à la détection de la maladie sur le territoire français* [en ligne]. 9 février 2016. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032000306>.

DGAL, 2016c. *Arrêté du 16 mars 2016 relatif aux niveaux du risque épizootique en raison de l'infection de l'avifaune par un virus de l'influenza aviaire hautement pathogène et aux dispositifs associés de surveillance et de prévention chez les volailles et autres oiseaux captifs* [en ligne]. 16 mars 2016. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032320450&categorieLien=id>.

DGAL, 2016d. Note de service - DGAL/SDSPA/2016-810 - Conformité des exploitations commerciales de volailles à l'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. In : *Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture* [en ligne]. 17 octobre 2016. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2016-810>.

DGAL, 2017a. Instruction technique - DGAL/SDSPA/2017-756 - Modalités d'application et de contrôle des mesures de biosécurité dans les exploitations de volailles. In : *Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture* [en ligne]. 22 septembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2017-756>.

DGAL, 2017b. Instruction technique - DGAL/SDSPA/2017-906 - Modalités d'application et de contrôle des mesures de biosécurité dans les exploitations de volailles. In : *Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture* [en ligne]. 16 novembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2017-906>.

DGAL, 2018a. Instruction technique - DGAL/SDSPA/2018-549 - Modalités d'application des mesures de biosécurité dans les exploitations de volailles ainsi que les contrôles de leur bonne application. In : *Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture* [en ligne]. 24 juillet 2018. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2018-549>.

DGAL, 2018b. Note de service - DGAL/SDSPA/2018-219 - Programmation des inspections biosécurité en exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention de l'influenza aviaire pour l'année 2018 et jusqu'en 2020. In : *Bulletin officiel du Ministère de l'agriculture* [en ligne]. 21 mars 2018. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2018-219>.

DOREA, F.C., BERGHAUS, R., HOFACRE, C. et COLE, D.J., 2010. Survey of Biosecurity Protocols and Practices Adopted by Growers on Commercial Poultry Farms in Georgia, U. S. A. In : *Avian Diseases*. septembre 2010. Vol. 54, n° 3, p. 1007-1015. DOI 10.1637/9233-011210-Reg.1.

DRAAF, 2016. L'épisode d'Influenza aviaire 2015-2016 dans le sud-ouest et les mesures sanitaires mises en place. In : *Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt Occitanie Le ministère de l'agriculture en région* [en ligne]. 11 février 2016. Disponible à l'adresse : <http://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/L-episode-d-Influenza-aviaire-2015>.

EAST, I., 2007. Adoption of biosecurity practices in the Australian poultry industries. In : *Australian Veterinary Journal*. mars 2007. Vol. 85, n° 3, p. 107-112. DOI 10.1111/j.1751-0813.2007.00113.x.

ENDO, A. et NISHIURA, H., 2018. The Role of Migration in Maintaining the Transmission of Avian Influenza in Waterfowl: A Multisite Multispecies Transmission Model along East Asian-Australian Flyway. In : *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*. 2018. Vol. 2018, p. 1-7. DOI 10.1155/2018/3420535.

ENITA, 2002. *Productions animales hors sol 3ème édition*. Synthèse Agricole. References. ISBN 2-910340-40-6.

FAO, 2008. *Biosecurity for highly pathogenic avian influenza: issues and options*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO animal production and health paper, 165. ISBN 978-92-5-106074-2. RA644.I6 B56 2008

FASINA, F.O., LAZARUS, D.D., SPENCER, B.T., MAKINDE, A.A. et BASTOS, A.D.S., 2012. Cost Implications of African Swine Fever in Smallholder Farrow-to-Finish Units: Economic Benefits of Disease Prevention Through Biosecurity: Cost Implications of African Swine Fever. In : *Transboundary and Emerging Diseases*. juin 2012. Vol. 59, n° 3, p. 244-255. DOI 10.1111/j.1865-1682.2011.01261.x.

FEARE, C.J. et YASUÉ, M., 2006. Asymptomatic infection with highly pathogenic avian influenza H5N1 in wild birds: how sound is the evidence? In : *Virology Journal*. 2006. Vol. 3, n° 96. DOI 10.1186/1743-422X-3-96.

FRANCEAGRIMER, 2018a. *Elevage - Oeufs de consommation et ovoproducts* [en ligne]. juillet 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr>.

FRANCEAGRIMER, 2018b. *Elevage - Palmipèdes à foie gras* [en ligne]. mai 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr>.

FRANCEAGRIMER, 2018c. *Elevage - Volailles de chair* [en ligne]. juillet 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.franceagrimer.fr>.

FRASER, R.W., WILLIAMS, N.T., POWELL, L.F. et COOK, A.J.C., 2010. Reducing Campylobacter and Salmonella Infection: Two Studies of the Economic Cost and Attitude to Adoption of On-farm Biosecurity Measures: Farmer Attitudes and Control of Foodborne Zoonoses. In : *Zoonoses and Public Health*. décembre 2010. Vol. 57, n° 7-8, p. e109-e115. DOI 10.1111/j.1863-2378.2009.01295.x.

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.

FUSSING, V., BARFOD, K., NIELSEN, R., MØLLER, K., NIELSEN, J.P., WEGENER, H.C. et BISGAARD, M., 1998. Evaluation and application of ribotyping for epidemiological studies of *Actinobacillus pleuropneumoniae* in Denmark. In : *Veterinary Microbiology*. mai 1998. Vol. 62, n° 2, p. 145-162.

GAIDET, N. et CARON, A., 2016. Rôle des oiseaux sauvages dans la transmission et la dispersion des virus de l'influenza aviaire : apport de l'éco-épidémiologie dans les écosystèmes afro-tropicaux. In : *Cahiers Agricultures*. septembre 2016. Vol. 25, n° 5. DOI 10.1051/cagri/2016037.

- GELAUDE, P., SCHLEPERS, M., VERLINDEN, M., LAANEN, M. et DEWULF, J., 2014. Biocheck.UGent: A quantitative tool to measure biosecurity at broiler farms and the relationship with technical performances and antimicrobial use. In : *Poultry Science*. 1 novembre 2014. Vol. 93, n° 11, p. 2740-2751. DOI 10.3382/ps.2014-04002.
- GIFFORD, D.H., SHANE, S.M., HUGH-JONES, M. et WEIGLER, B.J., 1987. Evaluation of Biosecurity in Broiler Breeders. In : *Avian Diseases*. avril 1987. Vol. 31, n° 2, p. 339. DOI 10.2307/1590882.
- 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*. décembre 2019. Vol. 9, n° 1. DOI 10.1038/s41598-019-42607-x.
- GUINAT, C., NICOLAS, G., VERGNE, T., BRONNER, A., DURAND, B., COURCOUL, A., GILBERT, M., GUÉRIN, J.-L. et PAUL, M.C., 2018. Spatio-temporal patterns of highly pathogenic avian influenza virus subtype H5N8 spread, France, 2016 to 2017. In : *Eurosurveillance*. 28 juin 2018. Vol. 23, n° 26. DOI 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.26.1700791.
- HAMON, M., SCHMITZ, A., GUERRY, I., RAUTUREAU, S., NIQUEUX, E., BRIAND, F.-X., HUNEAU-SALAÜN, A., ETERRADOSSI, N. et LÉBOUQUIN-NEVEU, S., 2018. Bilan de la surveillance de l'Influenza aviaire en France en 2015. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. mai 2018. n° 83, p. 1-8.
- HAUCK, R., CROSSLEY, B., REJMANEK, D., ZHOU, H. et GALLARDO, R.A., 2017. Persistence of Highly Pathogenic and Low Pathogenic Avian Influenza Viruses in Footbaths and Poultry Manure. In : *Avian Diseases*. mars 2017. Vol. 61, n° 1, p. 64-69. DOI 10.1637/11495-091916-Reg.
- 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. In : *Acta Veterinaria Scandinavica*. 2002. Vol. 43, n° 3, p. 145-156. DOI 10.1186/1751-0147-43-145.
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES, 2018. Virus Taxonomy: 2018b Release. In : *International Committee on Taxonomy of Viruses* [en ligne]. juillet 2018. Disponible à l'adresse : <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>.
- ITAVI, 2017. Arbre de décision : toutes les fiches relatives aux mesures de biosécurité IA. In : *ITAVI* [en ligne]. 2017. Disponible à l'adresse : <http://influenza.itavi.asso.fr/>.
- JOURDAIN, E., GAUTHIER-CLERC, M., BICOUT, D. et SABATIER, P., 2007. Bird Migration Routes and Risk for Pathogen Dispersion into Western Mediterranean Wetlands. In : *Emerging Infectious Diseases*. mars 2007. Vol. 13, n° 3, p. 365-372. DOI 10.3201/eid1303.060301.

JOURDAIN, E., GUNNARSSON, G., WAHLGREN, J., LATORRE-MARGALEF, N., BRÖJER, C., SAHLIN, S., SVENSSON, L., WALDENSTRÖM, J., LUNDKVIST, Å. et OLSEN, B., 2010. Influenza Virus in a Natural Host, the Mallard: Experimental Infection Data. In : *PLoS ONE*. 28 janvier 2010. Vol. 5, n° 1, p. e8935. DOI 10.1371/journal.pone.0008935.

JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE, 2016. *RÈGLEMENT (UE) 2016/429 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 9 mars 2016 relatif aux maladies animales transmissibles et modifiant et abrogeant certains actes dans le domaine de la santé animale («législation sur la santé animale»)*. 31 mars 2016.

JULIO PINTO, C. et SANTIAGO URCELAY, V., 2003. Biosecurity practices on intensive pig production systems in Chile. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juin 2003. Vol. 59, n° 3, p. 139-145. DOI 10.1016/S0167-5877(03)00074-6.

KAWAOKA, Y., KRAUSS, S. et WEBSTER, R.G., 1989. Avian-to-Human Transmission of the PB1 Gene of Influenza A Viruses in the 1957 and 1968 Pandemics. In : *Journal of Virology*. 1989. Vol. 63, n° 11, p. 4603-4608.

LAANEN, M., PERSONS, 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 : *The Veterinary Journal*. novembre 2013. Vol. 198, n° 2, p. 508-512. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.08.029.

LE BOUQUIN, S., HUNEAU-SALAÜN, A., HAMON, M., MOISSON, M.-C., SCOIZEC, A., NIQUEUX, E., SCHMITZ, A. et BRIAND, F.-X., 2016. L'épisode d'influenza aviaire en France en 2015-2016 – Situation épidémiologique au 30 juin 2016. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. septembre 2016. Vol. 75, p. 2-8.

LE BOUQUIN, S., SCHMITZ, A., PERTUSA, M., SCOIZEC, A., ROUSSET, N. et ETERRADOSSI, N., 2017. Évaluation de la survie des virus Influenza aviaries H5N8 dans les lisiers d'élevages de palmipèdes gras. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. octobre 2017. n° 80, p. 17-20.

LEBARBENCHON, C., YANG, M., KEELER, S.P., RAMAKRISHNAN, M.A., BROWN, J.D., STALLKNECHT, D.E. et SREEVATSAN, S., 2011. Viral Replication, Persistence in Water and Genetic Characterization of Two Influenza A Viruses Isolated from Surface Lake Water. In : *PLoS ONE*. 20 octobre 2011. Vol. 6, n° 10, p. e26566. DOI 10.1371/journal.pone.0026566.

LISTER, S.A., 2008. Biosecurity in poultry management. In : *Poultry Diseases*. Elsevier. p. 48-65. ISBN 978-0-7020-2862-5.

LIU, M., GUAN, Y., PEIRIS, M., HE, S., WEBBY, R.J., PEREZ, D. et WEBSTER, R.G., 2003. The Quest of Influenza A Viruses for New Hosts. In : *Avian Diseases*. septembre 2003. Vol. 47, n° s3, p. 849-856. DOI 10.1637/0005-2086-47.s3.849.

LOTZ, J.M., 1997. Special topic review: Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. In : *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 1997. Vol. 13, n° 4, p. 405-413. DOI 10.1023/A:1018572132529.

- LOWEN, A.C., STEEL, J., MUBAREKA, S. et PALESE, P., 2008. High Temperature (30 C) Blocks Aerosol but Not Contact Transmission of Influenza Virus. In : *Journal of Virology*. 1 juin 2008. Vol. 82, n° 11, p. 5650-5652. DOI 10.1128/JVI.00325-08.
- LUPIANI, B. et REDDY, S.M., 2009. The history of avian influenza. In : *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*. juillet 2009. Vol. 32, n° 4, p. 311-323. DOI 10.1016/j.cimid.2008.01.004.
- LYCETT, S.J., DUCHATEL, F. et DIGARD, P., 2019. A brief history of bird flu. In : *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 24 juin 2019. Vol. 374, n° 1775. DOI 10.1098/rstb.2018.0257.
- MCQUISTON, J.H., GARBER, L.P., PORTER-SPALDING, B.A., HAHN, J.W., PIERSON, F.W., WAINWRIGHT, S.H., SENNE, D.A., BRIGNOLE, T.J., AKEY, B.L. et HOLT, T.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*. mars 2005. Vol. 226, n° 5, p. 767-772. DOI 10.2460/javma.2005.226.767.
- MUNSTER, V.J., BAAS, C., LEXMOND, P., WALDENSTRÖM, J., WALLENSTEN, A., FRANSSON, T., RIMMELZWAAN, G.F., BEYER, W.E.P., SCHUTTEN, M., OLSEN, B., OSTERHAUS, A.D.M.E. et FOUCHIER, R.A.M., 2007. Spatial, Temporal, and Species Variation in Prevalence of Influenza A Viruses in Wild Migratory Birds. In : *PLoS Pathogens*. 2007. Vol. 3, n° 5, p. e61. DOI 10.1371/journal.ppat.0030061.
- 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*. octobre 2018. Vol. 65, n° 5, p. 1217-1226. DOI 10.1111/tbed.12861.
- NESPECA, R., VAILLANCOURT, J.-P. et MORROW, W.E.M., 1997. Validation of a poultry biosecurity survey. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juillet 1997. Vol. 31, n° 1-2, p. 73-86. DOI 10.1016/S0167-5877(96)01122-1.
- NEWELL, D.G., ELVERS, K.T., DOPFER, D., HANSSON, I., JONES, P., JAMES, S., GITTINS, J., STERN, N.J., DAVIES, R., CONNERTON, I., PEARSON, D., SALVAT, G. et ALLEN, V.M., 2011. Biosecurity-Based Interventions and Strategies To Reduce *Campylobacter* spp. on Poultry Farms. In : *Applied and Environmental Microbiology*. 15 décembre 2011. Vol. 77, n° 24, p. 8605-8614. DOI 10.1128/AEM.01090-10.
- NEWELL, D.G. et FEARNLEY, C., 2003. Sources of *Campylobacter* Colonization in Broiler Chickens. In : *Applied and Environmental Microbiology*. 1 août 2003. Vol. 69, n° 8, p. 4343-4351. DOI 10.1128/AEM.69.8.4343-4351.2003.
- NÖREMARK, M., FRÖSSLING, J. et LEWERIN, S.S., 2010. Application of Routines that Contribute to On-farm Biosecurity as Reported by Swedish Livestock Farmers. In : *Transboundary and Emerging Diseases*. mai 2010. Vol. 57, n° 4, p. 225-236. DOI 10.1111/j.1865-1682.2010.01140.x.

OLSEN, B., MUNSTER, V.J., WALLENSTEN, A., WALDENSTROM, J., OSTERHAUS, A.D.M.E. et FOUCHIER, R.A.M., 2006. Global Patterns of Influenza A Virus in Wild Birds. In : *Science*. 21 avril 2006. Vol. 312, n° 5772, p. 384-388. DOI 10.1126/science.1122438.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ, 2018. Grippe aviaire et autres gripes zoonotiques. In : *Organisation mondiale de la santé* [en ligne]. 13 novembre 2018. Disponible à l'adresse : [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(avian-and-other-zoonotic\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(avian-and-other-zoonotic)).

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE, 2015. Code sanitaire pour les animaux terrestres - Chapitre 10.4 : Infection par les virus de l'influenza aviaire. In : *Organisation mondiale de la santé animale* [en ligne]. 2015. Disponible à l'adresse : http://www.oie.int/index.php?id=169&L=1&htmfile=chapitre_avian_influenza_viruses.htm.

OTAKE, S., 2002. Transmission of porcine reproductive and respiratory syndrome virus by fomites (boots and coveralls). In : *Journal of Swine Health and Production*. 2002. Vol. 10, n° 2, p. 59-65.

PERDUE, M., CRAWFORD, J., GARCIA, M., LATIMER, J. et SWAYNE, D., 2003. Occurrence and Possible Mechanisms of Cleavage-Site Insertions in the Avian Influenza Hemagglutinin Gene. In : *Avian Diseases*. 2003. Vol. 47, n° Special issue, p. 182-193.

PEYRE, M., GAIDET, N., CARON, A., CAPPELLE, J., TRAN, A. et ROGER, F., 2015. Influenza aviaire dans le monde : situation au 31 janvier 2015. In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. 2015. n° 67, p. 10-14.

PINGEL, H., GUY, G. et BAÉZA, É., 2012. *Production de canards*. Quae. Savoir faire. ISBN 978-2-7592-1791-5.

POSTMA, M., VANDERHAEGHEN, W., SARRAZIN, S., MAES, D. et DEWULF, J., 2017. Reducing Antimicrobial Usage in Pig Production without Jeopardizing Production Parameters. In : *Zoonoses and Public Health*. février 2017. Vol. 64, n° 1, p. 63-74. DOI 10.1111/zph.12283.

RACICOT, M., VENNE, D., DURIVAGE, A. et VAILLANCOURT, J.-P., 2011. Description of 44 biosecurity errors while entering and exiting poultry barns based on video surveillance in Quebec, Canada. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juillet 2011. Vol. 100, n° 3-4, p. 193-199. DOI 10.1016/j.prevetmed.2011.04.011.

RACICOT, M., VENNE, D., DURIVAGE, A. et VAILLANCOURT, J.-P., 2012a. Evaluation of strategies to enhance biosecurity compliance on poultry farms in Québec: Effect of audits and cameras. In : *Preventive Veterinary Medicine*. février 2012. Vol. 103, n° 2-3, p. 208-218.

RACICOT, M., VENNE, D., DURIVAGE, A. et VAILLANCOURT, J.-P., 2012b. Evaluation of the relationship between personality traits, experience, education and biosecurity compliance on poultry farms in Québec, Canada. In : *Preventive Veterinary Medicine*. février 2012. Vol. 103, n° 2-3, p. 201-207.

- REPERANT, L.A., FUČKAR, N.S., OSTERHAUS, A.D.M.E., DOBSON, A.P. et KUIKEN, T., 2010. Spatial and Temporal Association of Outbreaks of H5N1 Influenza Virus Infection in Wild Birds with the 0°C Isotherm. In : *PLoS Pathogens*. 8 avril 2010. Vol. 6, n° 4, p. e1000854. DOI 10.1371/journal.ppat.1000854.
- 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*. mars 2008. Vol. 83, n° 3-4, p. 228-241. DOI 10.1016/j.prevetmed.2007.07.009.
- ROJO-GIMENO, C., POSTMA, M., DEWULF, J., HOGEEVEEN, H., LAUWERS, L. et WAUTERS, E., 2016. Farm-economic analysis of reducing antimicrobial use whilst adopting improved management strategies on farrow-to-finish pig farms. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juillet 2016. Vol. 129, p. 74-87. DOI 10.1016/j.prevetmed.2016.05.001.
- SANDERSON, M.W., DARGATZ, D.A. et GARRY, F.B., 2000. Biosecurity practices of beef cow-calf producers. In : *Journal of the American Veterinary Medical Association*. juillet 2000. Vol. 217, n° 2, p. 185-189. DOI 10.2460/javma.2000.217.185.
- SARRAZIN, S., CAY, A.B., LAUREYNS, J. et DEWULF, J., 2014. A survey on biosecurity and management practices in selected Belgian cattle farms. In : *Preventive Veterinary Medicine*. novembre 2014. Vol. 117, n° 1, p. 129-139. DOI 10.1016/j.prevetmed.2014.07.014.
- SCOIZEC, A., NIQUEUX, E., THOMAS, R., DANIEL, P., SCHMITZ, A. et LE BOUQUIN, S., 2018. Airborne Detection of H5N8 Highly Pathogenic Avian Influenza Virus Genome in Poultry Farms, France. In : *Frontiers in Veterinary Science*. 13 février 2018. Vol. 5, p. 1-7. DOI 10.3389/fvets.2018.00015.
- SHAHID, M., ABUBAKAR, M., HAMEED, S. et HASSAN, S., 2009. Avian influenza virus (H5N1); effects of physico-chemical factors on its survival. In : *Virology Journal*. 2009. Vol. 6, n° 1. DOI 10.1186/1743-422X-6-38.
- SIMON-GRIFÉ, M., MARTÍN-VALLS, G.E., VILAR, M.J., GARCÍA-BOCANEGRA, I., MARTÍN, M., MATEU, E. et CASAL, J., 2013. Biosecurity practices in Spanish pig herds: Perceptions of farmers and veterinarians of the most important biosecurity measures. In : *Preventive Veterinary Medicine*. juin 2013. Vol. 110, n° 2, p. 223-231. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.11.028.
- SMITH, S., MESSAM, L.L.McV., MEADE, J., GIBBONS, J., MCGILL, K., BOLTON, D. et WHYTE, P., 2016. The impact of biosecurity and partial depopulation on *Campylobacter* prevalence in Irish broiler flocks with differing levels of hygiene and economic performance. In : *Infection Ecology & Epidemiology*. janvier 2016. Vol. 6, n° 1. DOI 10.3402/iee.v6.31454.
- SPICKLER, A.R., 2014. Highly Pathogenic Avian Influenza. In : *Avian Influenza*. 2014.
- STALLKNECHT, D.E., KEARNEY, M.T., SHANE, S.M. et ZWANK, P.J., 1990. Effects of pH, Temperature, and Salinity on Persistence of Avian Influenza Viruses in Water. In : *Avian Diseases*. avril 1990. Vol. 34, n° 2, p. 412-418. DOI 10.2307/1591429.

STALLKNECHT, D.E. et SHANE, S.M., 1988. Host range of avian influenza virus in free-living birds. In : *Veterinary Research Communications*. 1988. Vol. 12, n° 2-3, p. 125-141. DOI 10.1007/BF00362792.

SUAREZ, D.L., 2000. Evolution of avian influenza viruses. In : *Veterinary Microbiology*. 2000. Vol. 74, n° 1-2, p. 15-27. DOI 10.1016/s0378-1135(00)00161-9.

SWAYNE, D.E., 2008. Epidemiology of Avian Influenza in Agricultural and Other Man-Made Systems. In : SWAYNE, David E. (éd.), *Avian Influenza*. Oxford, UK : Blackwell Publishing Ltd. p. 59-85. ISBN 978-0-8138-1863-4.

TABLANTE, N.L., MYINT, M.S., JOHNSON, Y.J., RHODES, K., COLBY, M. et HOHENHAUS, G., 2002. A Survey of Biosecurity Practices as Risk Factors Affecting Broiler Performance on the Delmarva Peninsula. In : *Avian Diseases*. juillet 2002. Vol. 46, n° 3, p. 730-734. DOI 10.1637/0005-2086(2002)046[0730:ASOBPA]2.0.CO;2.

TAUBENBERGER, J.K. et MORENS, D.M., 2017. H5Nx Panzootic Bird Flu—Influenza's Newest Worldwide Evolutionary Tour. In : *Emerging Infectious Diseases*. février 2017. Vol. 23, n° 2, p. 340-342. DOI 10.3201/eid2302.161963.

VAILLANCOURT, J.-P. et CARVER, D.K., 1998. Biosecurity: Perception Is Not Reality. In : *Poultry Digest*. 1998. Vol. 57, n° 6, p. 28-36.

VAISSAIRE, J.-P., 2018. *Mémento de zootechnie*. France Agricole. ISBN 978-2-85557-539-1.

VAN DE WIELE, A., HUMEAU, A., BRONNER, A., GUILLERMAIN, M., LE LOC'H, G., GUÉRIN, J.-L., CAUCHARD, J., MERCIER, A. et CALAVAS, D., 2017. Épisode H5N8 d'influenza aviaire en France en 2016-2017 : quel rôle pour la faune sauvage ? In : *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation*. juillet 2017. n° 79, p. 27-31.

VAN LIMBERGEN, T., DEWULF, J., KLINKENBERG, M., DUCATELLE, R., GELAUDE, P., MÉNDEZ, J., HEINOLA, K., PAPASOLOMONTOS, S., SZELESZCZUK, P., MAES, D. et ON BEHALF OF THE PROHEALTH CONSORTIUM, 2018. Scoring biosecurity in European conventional broiler production. In : *Poultry Science*. 1 janvier 2018. Vol. 97, n° 1, p. 74-83. DOI 10.3382/ps/pex296.

VAN SCHAIK, G., NIELEN, M. et DIJKHUIZEN, A.A., 2001. An economic model for on-farm decision support of management to prevent infectious disease introduction into dairy farms. In : *Preventive Veterinary Medicine*. octobre 2001. Vol. 51, n° 3-4, p. 289-305. DOI 10.1016/S0167-5877(01)00224-0.

VAN STEENWINKEL, S., RIBBENS, S., DUCHEYNE, E., GOOSSENS, E. et DEWULF, J., 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*. mars 2011. Vol. 98, n° 4, p. 259-270. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.12.004.

VITTECOQ, M., OTTMANN, M., RENAUD, F., THOMAS, F. et GAUTHIER-CLERC, M., 2011. Persistence des virus influenza A en fonction des paramètres environnementaux. In : *Virologie*. 2011. Vol. 15, n° 6, p. 371-379.

VOLKOVA, V., THORNTON, D., HUBBARD, S.A., MAGEE, D., CUMMINGS, T., LUNA, L., WATSON, J. et WILLS, R., 2012. Factors Associated with Introduction of Infectious Laryngotracheitis Virus on Broiler Farms During a Localized Outbreak. In : *Avian Diseases*. septembre 2012. Vol. 56, n° 3, p. 521-528. DOI 10.1637/10046-122111-Reg.1.

WAHLGREN, J., 2011. Influenza A viruses: an ecology review. In : *Infection Ecology & Epidemiology*. janvier 2011. Vol. 1, n° 1. DOI 10.3402/iee.v1i0.6004.

WALLENSTEN, A., MUNSTER, V.J., KARLSSON, M., LUNDKVIST, Å., BRYTTING, M., STERVANDER, M., OSTERHAUS, A.D.M.E., FOUCHIER, R.A.M. et OLSEN, B., 2006. High prevalence of influenza A virus in ducks caught during spring migration through Sweden. In : *Vaccine*. novembre 2006. Vol. 24, n° 44-46, p. 6734-6735. DOI 10.1016/j.vaccine.2006.05.057.

WANG, G., ZHAN, D., LI, L., LEI, F., LIU, B., LIU, D., XIAO, H., FENG, Y., LI, J., YANG, B., YIN, Z., SONG, X., ZHU, X., CONG, Y., PU, J., WANG, J., LIU, J., GAO, G.F. et ZHU, Q., 2008. H5N1 avian influenza re-emergence of Lake Qinghai: phylogenetic and antigenic analyses of the newly isolated viruses and roles of migratory birds in virus circulation. In : *Journal of General Virology*. 1 mars 2008. Vol. 89, n° 3, p. 697-702. DOI 10.1099/vir.0.83419-0.

WEBSTER, R.G., BEAN, W.J., GORMAN, O.T., CHAMBERS, T.M. et KAWAOKA, Y., 1992. Evolution and ecology of influenza A viruses. In : *Microbiological Reviews*. mars 1992. Vol. 56, n° 1, p. 152-179.

WHITWORTH, D., NEWMAN, S.H., MUNDKUR, T. et HARRIS, P., 2007. *Wild birds and avian influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO animal production and health manual, 5. ISBN 978-92-5-105908-1.

WU, Ying, WU, Yan, TEFSEN, B., SHI, Y. et GAO, G.F., 2014. Bat-derived influenza-like viruses H17N10 and H18N11. In : *Trends in Microbiology*. avril 2014. Vol. 22, n° 4, p. 183-191. DOI 10.1016/j.tim.2014.01.010.

ZARKOV, I.S., 2006. Survival of avian influenza viruses in filtered and natural surface waters of different physical and chemical parameters. In : *Revue Méd. Vét.* 2006. Vol. 10, p. 471-476.

ANNEXES

Annexe 1 - Grille d'inspection

Cette grille d'inspection correspond au modèle publié dans l'instruction technique
DGAL/SDSPA/2017-756 du 22/09/2017

Nom ou Raison sociale de l'exploitation						
Numéro SIRET de l'exploitation						
Adresse						
Date de l'inspection						
Nom Prénom de l'inspecteur de la DDecPP ayant effectué l'inspection						
VOLET 1 : CONTRÔLE DOCUMENTAIRE DU SITE D'EXPLOITATION						
1 Documentation du plan de biosécurité	Référence réglementaire	Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
1.1 Existence d'un plan de biosécurité : Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation y compris risques liés à la détention de volailles non commerciales ou oiseux sauvages captifs	Art 2.1 & annexe					
1.2 Éléments constitutifs du plan de biosécurité						
1.3 Éléments de biosécurité du registre d'élevage						
1.4 Autres enregistrements (hors registre d'élevage)						
1.5 Certificat de formation en biosécurité du détenteur du personnel permanent	Art 9 & annexe					
1.6 Présence et connaissance des critères d'alerte du Vétérinaire Sanitaire	Art 5 de l'AM du 16/03/2016 & AM du 05/06/2000					
VOLET 2 : CONTRÔLE SUR LE TERRAIN (visite du site de production)						
Espèces détenues sur le site d'exploitation :		Canards <input type="checkbox"/> Oies <input type="checkbox"/> Gallinacées <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/> Préciser				
Type(s) d'atelier(s)		Démarrage <input type="checkbox"/> PAG <input type="checkbox"/> Gavage <input 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 (futurs reproducteurs, reproducteurs, couvoir, ...), indiquer le(s) type(s) d'atelier : Basse-cour <input type="checkbox"/> Détention d'appelants <input type="checkbox"/>				

Numéros des INUAV inspectés							
2 Généralités sur le zonage et les flux d'activités		Référence réglementaire		A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
!! 2.1 Définition et délimitation des zones du site d'exploitation Définition cohérente des zones par rapport au contexte Zones matérialisées et signalées	Art 1 (p q, r, s), Art 3						
!! 2.2 Plan de circulation Existence d'un plan de circulation	Art 3						
2.3 Gestion des flux (animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits) Absence de croisement des flux dans l'espace et/ou dans le temps	Art 2, Art 3 & annexe						
!! 2.4 Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée	Art 3						
!! 2.5 Absence de véhicules non indispensables au	Art 3						

fonctionnement de l'exploitation en ZPRO et/ou absence de véhicules entrant en Zone d'élevage							
2.6 Aire bétonnée ou stabilisée pour le bac d'équarrissage en limite du site d'exploitation, permettant à l'équarrisseur de collecter les cadavres sans rentrer en zone professionnelle.	Art 4						
3 Unités de Production (UP)	Référence réglementaire	Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure	
!! 3.1 Définition et délimitation UP identifiée (s), définie(s) et physiquement délimitée(s)	Art 1 définitions (h),						
3.2 Conduite en Bande Unique par unité de production							
• !! 3.2.1 Introduction des lots dans la même période	Art 1 définitions (i) et Article 8						
• !! 3.2.2 Stade physiologique homogène							
• !! 3.2.3 Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles							
• !! 3.2.4 Absence de contact direct entre oiseaux d'exploitation commerciale et oiseaux d'exploitation non commerciale	Art 12						
• 3.2.5 Surveillance quotidienne des bâtiments, des parcours et des animaux	Art 4						

3.3 Sas et utilisation						
!! 3.3.1 Conception et équipement (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo,...)	Art 5					
!! 3.3.2 Utilisation et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, présence de savon et d'eau courante pour se laver les mains,...)						
!! 3.3.3 Procédures de biosécurité mises en œuvre pour les équipes d'intervention (ramassage, vaccination...)	Art 3					
3 Unités de Production (UP)	Référence réglementaire	Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
3.4 Conception et entretien des bâtiments et matériels						
<ul style="list-style-type: none"> 3.4.1 Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments. 	Art 5					
<ul style="list-style-type: none"> 3.4.2 Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes 						
<ul style="list-style-type: none"> 3.4.3 Entretien des abords des bâtiments 						
<ul style="list-style-type: none"> 3.4.4 Soubassements lisses et pente sur le sol en absence de pratiques de paillage 						
<ul style="list-style-type: none"> 3.4.5 Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation 	Art 5 et Art 8					

3.5 Conception et entretien des parcours						
<ul style="list-style-type: none"> 3.5.1 Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel 	Art 5					
<ul style="list-style-type: none"> 3.5.2 Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation 						
<ul style="list-style-type: none"> 3.5.3 Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes 						
4 Protection vis-à-vis des autres animaux domestiques, des nuisibles et de l'avifaune sauvage		Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
<ul style="list-style-type: none"> 4.1 Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage hors chiens de travail 	Art 3					
<ul style="list-style-type: none"> !! 4.2 Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement (dispositifs extérieurs d'alimentation couverts d'un toit) 	Art 5					
<ul style="list-style-type: none"> !! 4.3 Protection des bâtiments (grillages, accès clos, étanchéité...) 	Art 3					
<ul style="list-style-type: none"> 4.4 Alimentation à l'intérieur des bâtiments entre le 15 novembre et le 15 janvier dans les exploitations ≥ 3200 PAG 	Art 7					

<ul style="list-style-type: none"> !! 4.5 Absence de claustration en cas de passage en niveau de risque élevé (sauf dérogation). Pas de dérogation possible si effectif \geq 3200 palmipèdes en plein air 	Art 7					
5 Lutte contre les nuisibles						
<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Présence d'un protocole de lutte 	Art 3					
<ul style="list-style-type: none"> 5.2 Enregistrements des interventions 						
6 Nettoyage et Désinfection		Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
<ul style="list-style-type: none"> !! 6.1 Evaluation des pratiques de nettoyage et désinfection 	Art 5, Art 6, Art 10					
<ul style="list-style-type: none"> !! 6.2 Protocole de N/D, incluant les autocontrôles Enregistrements des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables 						

<ul style="list-style-type: none"> !! Protocole et durées des vides sanitaires 						
7 Gestion des intrants						
<ul style="list-style-type: none"> !! 7.1 Mesures de protection du stockage des aliments 	Art 5					
<ul style="list-style-type: none"> !! 7.2 Mesures de protection du stockage de litière 	Art 4					
8 Gestion des sous-produits		Commentaires	A : Conforme	B : Non-conformité mineure	C : Non conformité moyenne	D : Non conformité majeure
8.1 Gestion des lisiers, fumiers et fientes						
<ul style="list-style-type: none"> 8.1.1 Conditions de stockage 	Art 6					
<ul style="list-style-type: none"> 8.1.2 Modalités en cas assainissement naturel, rapide ou par traitement 						

<ul style="list-style-type: none"> • 8.1.3 Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis 	Art 11					
9 Gestion des cadavres						
<ul style="list-style-type: none"> • 9.1 Collecte quotidienne des cadavres 	Art 4					
<ul style="list-style-type: none"> • 9.2 Conditions de conservation des cadavres 						
<ul style="list-style-type: none"> • 9.3 Gestion du bac d'équarrissage 						
<ul style="list-style-type: none"> • 10 Gestion des sous-produits animaux autres que les cadavres et les lisiers 						
<ul style="list-style-type: none"> • 10.1 Élimination vers des installations agréées 						

Synthèse et commentaires :

.....

.....

.....

.....

Évaluation globale du site d'exploitation :

- conforme
- non conformité mineure
- non conformité moyenne
- non conformité majeure

NB : choix exhaustif, ne cocher qu'une seule case.

Nom de l'inspecteur :

Signature :

Annexe 2 - Tableau de comparaison des variables des 10 bases de données initiales

	BASES DE DONNEES									
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
Présentation de l'élevage										
Nom ou raison sociale de l'exploitation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Numéro de Siret de l'exploitation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Adresse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Code postal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ville	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Date inspection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Inspecteur(s) ayant effectué l'inspection	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Volet 1 : Contrôle documentaire										
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	x	x C/NC	x C/NC	x	x C/NC	x	x	x	x	x
Adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation		x C/NC	x C/NC		x C/NC			x	x	x
Eléments constitutifs du plan de biosécurité	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eléments de biosécurité du registre d'élevage	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Autres enregistrements (hors registre d'élevage)	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Certificat de formation en biosécurité du détenteur et du personnel permanent	x	x C/NC	x C/NC	x		x	x			
Certificat de formation en biosécurité du détenteur					x C/NC			x	x	x
Certificat de formation en biosécurité du personnel permanent					x C/NC			x	x	x
Présence et connaissance des critères d'alerte du Vétérinaire Sanitaire	x			x		x	x			

Volet 2 : contrôle sur le terrain (visite du site de production)										
Espèces détenues sur le site d'exploitation (canards, oies, gallinacées, autre)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Espèces autres précisées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Type(s) d'atelier (démarrage, PAG, Gavage, élevage canards maigres, gibiers à plumes, volaille de chair, poules pondeuses, basse-cour, détention d'appelants, autre)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Types d'atelier autres précisés	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
N° INUAV inspectés	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
1 - Généralités sur le zonage et les flux d'activités										
Définition et délimitation du site d'exploitation (définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées)	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Bonne définition des zones sur le plan									x	
Bonne délimitation des zones sur le terrain									x	
Existence d'un plan de circulation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Matérialisation du plan de circulation									x	
Gestion des flux (animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits) (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	x	x	x	x			x	x	x	
Dans l'espace		x	x		x			x	x	x
Dans le temps		x	x		x			x	x	x
Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Absence de véhicules non indispensables au fonctionnement de l'exploitation en zone professionnelle et/ou absence de véhicules entrant en zone d'élevage.	x	x	x	x	x			x	x	x
Aire bétonnée ou stabilisée pour le bac d'équarrissage en limite du site d'exploitation, permettant à l'équarrisseur de collecter les cadavres sans rentrer en zone professionnelle.	x	x	x	x	x			x	x	x

2 - Unités de production										
Définition et délimitation (UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s))	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bonne définition des UP sur le plan									x	
Bonne délimitation des UP sur le terrain									x	
Conduite en bande unique par UP										
Introduction des lots dans la même période	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Stade physiologique homogène	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Absence de contact direct entre oiseaux d'exploitation commerciale et oiseaux d'exploitation non commerciale	x			x		x	x			
Surveillance quotidienne des bâtiments, des parcours et des animaux	x	x	x	x	x		x			x
Sas et utilisation										
Conception et équipement (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Utilisation et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, de savon et d'eau courante pour se laver les mains...)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Procédures de biosécurité mises en oeuvre pour les équipes d'intervention (ramassage, vaccination...)	x			x		x	x			
Conception et entretien des bâtiments et matériels										
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Entretien des abords des bâtiments	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Soubassements lisses et pente sur le sol en absence de pratiques de paillage	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Conception et entretien des parcours										
Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Abris nettoyables et désinfectables	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3 - Protection vis-à-vis des autres animaux domestiques, des nuisibles et de l'avifaune sauvage										
Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage hors chiens de travail	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement (dispositifs extérieurs d'alimentation couverts d'un toit)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Protection des bâtiments (grillages, accès clos, étanchéité...)	x			x		x	x			
Autres mesures de protection (confinement, effarouchement)		x	x		x			x		x
Alimentation à l'intérieur des bâtiments entre le 15 novembre et le 15 janvier dans les exploitations >= 3200 PAG	x			x		x	x			
Absence de claustration en cas de passage en niveau de risque élevé (sauf dérogation). Pas de dérogation possible si effectif >= 3200 palmipèdes en plein air	x			x		x	x			
4 - Lutte contre les nuisibles										
Présence d'un protocole de lutte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Enregistrements des interventions	x	x	x	x	x		x	x	x	x
5 - Nettoyage / Désinfection										
Evaluation des pratiques de nettoyage et désinfection	x			x		x	x			
Protocole de N/D, incluant les autocontrôles, enregistrements des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables	x			x		x	x			
Enregistrements des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables		x	x		x			x	x	x

Protocole de N/D, incluant les autocontrôles		x	x		x			x	x	x
Protocole et durées des vides sanitaires	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6 - Gestion des intrants										
Mesures de protection du stockage des aliments	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mesures de protection du stockage de litière	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7 - Gestion des sous-produits										
Gestion des lisiers, fumiers et fientes sèches										
Conditions de stockage	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Modalité en cas d'expédition de matières non assainies en dehors de l'exploitation							x			
Gestion des cadavres										
Collecte quotidienne des cadavres	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Conditions de conservation des cadavres	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gestion du bac d'équarrissage	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Gestion des sous-produits animaux autres que cadavres et lisiers										
Elimination vers des installations agréées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Conclusion										
Evaluation globale du site	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Légende :

	Variables exclues de la base de données finale
	Variables conservées dans la base de données finale sans modifications
	Variables conservées dans la base de données finale sans modifications malgré leur absence dans la base de données n°10
	Variables conservées dans la base de données finale après recodage

Annexe 3 - Dictionnaire des variables

Les critères de notation cités dans ce tableau sont extraits du guide d'aide à l'inspection de l'instruction technique DGAL/SDSPA/2017-906 du 16/11/2017.

Variables	Situations conformes (à noter en A)	Situations en non-conformité majeure (à noter en D)
Définition et délimitation du site d'exploitation : définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées	<ul style="list-style-type: none"> - La zone professionnelle est physiquement délimitée en entrée(s) par chaînettes, grilles, marquages au sol, et sur son pourtour par des fossés, talus, bordures 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, palissades 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.
Existence d'un plan de circulation	- Présence d'un plan de circulation adapté au site d'exploitation et cohérent par rapport aux pratiques d'élevage.	- Absence de plan de circulation des flux.
Gestion des flux : animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	<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). 	- 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.
Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée	Dans le cas où l'exploitation est située en Zone Réglementée Influenza aviaire : mise en oeuvre 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.	<ul style="list-style-type: none"> - Constat d'absence. - Ou absence de contrat avec le transporteur.
Définition et délimitation des UP (unités de production) : UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s)	La zone d'élevage est délimitée par des murs, parois du bâtiment, grillages, palissades des parcours.	- La délimitation physique présente des failles permettant 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 stades physiologiques : 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.	- 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. - Chaque sas doit être utilisé : changement de tenues et lavage des mains pour toute personne qui pénètre dans la zone d'élevage. - 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 délimitées 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...)		
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments	<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.

<p>Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Les équipements doivent être en bon état (absence d'oxydation prononcée, absence de souillures anciennes montrant l'inaccessibilité de certaines surfaces). - Une attention particulière doit être portée sur les systèmes de raclage, de cooling et sur les lanterneaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un équipement inaccessible ou montrant une oxydation prononcée, des souillures importantes en vide sanitaire est considéré non conforme.
<p>Entretien des abords des bâtiments</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les abords doivent être entretenus pour éviter les « niches écologiques » et pour faire l'objet d'une décontamination. - Abords propres, désherbés ou tondus. - Abords stabilisés afin d'éviter la présence d'ornières de boues et flaques d'eau stagnantes. - Pas de résidus de fumiers, litières, fientes et d'écoulements de lisiers. - Pas d'encombrants. - Les dessous des silos sont propres. - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence d'encombrants. - Présence de végétation abondante non maîtrisée. - Présence de fientes, reste de fumiers et de litière souillée, ou d'écoulement de lisiers aux abords d'un bâtiment. - Présence d'eaux stagnantes et boue en plusieurs endroits, notamment sur les accès aux véhicules et personnes. - Dessous des silos non nettoyés avec présence importante de résidus d'aliments.
<p>Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le but est d'éviter la contamination d'une UP à une autre par des matériels ou équipements. - Soit chaque unité de production est dotée d'un matériel spécifique (balais, outillage, parc de contention, gaveuse, embuc...), 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipement ou matériel utilisé dans plusieurs UP sans désinfection préalable. - Absence de protocole de N/D pour le matériel commun à plusieurs UP.
<p>Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Présence de flaques d'eau nombreuses dues à un manque d'entretien du parcours. - Nombreux encombrants ou stockage de matériel sans rapport avec l'activité d'élevage.

	<ul style="list-style-type: none"> - Le parcours ne doit pas présenter de flaques d'eau stagnante à proximité des bâtiments. - Le sol du parcours doit être en bon état (pas de trous en nombre). - Pas de boues en sortie des trappes de bâtiment. - Absence d'encombrants ou de stockage de matériel non lié à l'activité d'élevage. 	
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation	<ul style="list-style-type: none"> - Abris en bon état. - Les aires d'installation des systèmes d'alimentation et d'abreuvement doivent permettre un N/D efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abris anciens, vétustes ou sales et dont la dégradation ne permet pas d'opérations de N/D efficaces. - Surfaces sur lesquelles reposent les systèmes d'alimentation et d'abreuvement à même le sol.
Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'UP différentes	<ul style="list-style-type: none"> - Clôtures en bon état permettant d'éviter le contact entre elles de volailles d'UP différentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clôtures en mauvais état laissant divaguer les volailles à l'extérieur du parcours.
Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)	<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"> - Présence d'animaux domestiques dans une Zone d'élevage.
Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement (dispositifs extérieurs d'alimentation couverts d'un toit)	<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.
Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions	<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 précisée et 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 à 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 N/D 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 N/D 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 N/D. - Constat visuel (et éventuellement bactériologique) d'inefficacité des opérations de N/D lors d'un contrôle en vide sanitaire. - Constat d'autocontrôles défavorables sans mesures correctives par l'éleveur.
<p>Protocole 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).
<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"> - Aliments accessibles 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, grillage) 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 (moisissures) notamment si celle-ci est entreposée à même le sol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Litière humide (moisissures) ou avec présence de nombreuses fientes d'oiseaux sauvages. - Absence de protection efficace de la litière limitant l'accès aux oiseaux sauvages.
<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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de plan de gestion des sous-produits. - Ecoulement d'effluents dans le milieu. - Stockage d'effluents sur le parcours.
<p>Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Absence d'épandage d'effluents non assainis. - Respect des périodes d'assainissement naturel des effluents (60 jours pour lisier et fientes sèches, 42 jours pour fumier mis en tas). - Respect de l'enfouissement en cas d'assainissement naturel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Périodes d'assainissement naturel non respectées en totalité. - L'exploitant n'apporte aucun élément visant à prouver l'épandage d'effluents assainis.
<p>Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - Assainissement de lisier de palmipèdes hors de l'exploitation d'origine et hors cas de dérogation (en établissement enregistré 1069/CE). - L'exploitant n'apporte aucun élément visant à prouver l'enfouissement en l'absence d'assainissement préalable. - L'exploitant n'apporte aucun élément visant à

	respecter les délais d'assainissement naturel ou la mise en oeuvre d'un enfouissement immédiat (10 -15 cm).	prouver l'envoi d'effluents vers une usine de traitement.
Collecte quotidienne des cadavres	- Absence de cadavres du lot précédent dans l'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 pratiqués et à la configuration du site d'exploitation.	

Annexe 4 - Comparaison des proportions de résultats conformes obtenus selon l'espèce

Les variables grisées correspondent aux variables pour lesquelles les tests statistiques (χ^2 et Fisher) n'ont pas montré de différence significative entre les résultats des trois groupes d'espèce (p-value > 0.05).

VARIABLES	Palmipèdes (n = 758)		Gallinacées (n = 498)		Mixte (n = 151)	
	Note A (%)	n	Note A (%)	n	Note A (%)	n
Définition et délimitation du site d'exploitation : définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées	62,6	737	49,6	482	39,2	148
Existence d'un plan de circulation	78,9	718	54,9	470	48,3	143
Gestion des flux : animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	85,6	667	79,5	464	70,2	134
Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée	78,9	722	61,2	425	65,4	133
Définition et délimitation des unités de production : UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s)	86,3	737	79,7	459	66,9	139
Introduction des lots dans la même période et stade physiologique homogène	98,2	721	92,7	479	85	140
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	98,7	710	99,1	457	84,7	144
Disposition et équipement des sas (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	66,7	738	60,7	482	40,7	140
Utilisation des sas et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, de savon et d'eau courante pour se laver les mains...)	69,7	724	65,5	473	45,3	139
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments	80,6	710	82,3	480	66	138
Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches	95,5	701	97,2	465	96	125
Entretien des abords des bâtiments	77,8	717	82,7	480	72,6	142
Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation	95,3	704	91,1	465	81,3	128
Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel	88,8	473	87,8	323	84,4	122

Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation	94,2	366	89,9	192	84,5	84
Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'unités de production différentes	94	468	88,7	312	79,4	112
Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)	95,7	684	94,7	467	89,5	142
Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement	87,8	635	95,1	369	86,9	130
Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions	71,1	731	60,9	479	46,5	142
Protocole de N/D, incluant les autocontrôles, l'enregistrement des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables	59,6	735	52,4	481	36,1	144
Protocole et durées des vides sanitaires	83,5	709	73,2	463	62,7	134
Mesures de protection du stockage des aliments	91,7	739	93,6	479	87	138
Mesures de protection du stockage de litière	67,4	496	74,5	369	69,5	131
Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches	94,5	717	90,6	440	91,9	134
Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement	93,3	656	90,5	420	88,5	122
Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis	91,4	635	92,9	337	91,7	97
Collecte quotidienne des cadavres	92,9	635	95,6	337	97,2	97
Conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage	80,8	725	71,1	474	72,8	140
Certificat de formation en biosécurité (détenteur et personnel permanent)	88,4	717	77,4	460	67,4	138
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	79,5	732	55,2	482	49	147

n = nombre d'observations

Annexe 5 - Comparaison des proportions de résultats conformes obtenus selon le bassin

Les variables grisées correspondent aux variables pour lesquelles les tests statistiques (χ^2 et Fisher) n'ont pas montré de différence significative entre les résultats des trois bassins (p-value > 0.05).

VARIABLES	Sud-Ouest (n = 774)		Grand-Ouest (n = 278)		Autre (n = 465)	
	Note A (%)	n	Note A (%)	n	Note A (%)	n
Définition et délimitation du site d'exploitation : définition cohérente des zones par rapport au contexte, zones matérialisées et signalées	68,1	755	53,1	262	34,3	452
Existence d'un plan de circulation	82,8	736	58,2	254	41,8	438
Gestion des flux : animaux, intrants, matériel, produits, sous-produits (absence de croisement des flux dans l'espace et/ou le temps)	93,3	669	75,7	255	67,4	436
Moyens de nettoyage et désinfection des véhicules prévus en cas de passage du site d'exploitation en zone réglementée	82,1	738	64,1	251	55,5	382
Définition et délimitation des unités de production : UP identifiée(s), définie(s) et physiquement délimitée(s)	91,2	737	80,2	249	67,7	444
Introduction des lots dans la même période et stade physiologique homogène	98,8	737	91,7	254	89,5	448
Absence de mélange de palmipèdes avec d'autres espèces de volailles	98,6	728	98,4	243	93,6	435
Disposition et équipement des sas (séparation entre zone sale et zone propre, facilement nettoyable et désinfectable, lavabo...)	66,7	750	68,4	263	46,6	448
Utilisation des sas et procédures (présence de tenues de rechange dédiées ou à usage unique, de savon et d'eau courante pour se laver les mains...)	70,8	735	68,1	260	51,3	439
Aptitude au nettoyage et à la désinfection des bâtiments	83,7	712	72,5	262	75,5	450
Accessibilité des circuits d'aération, d'abreuvement, d'alimentation et d'évacuation des lisiers, fumiers et fientes sèches	96,3	702	95,3	254	95,6	431
Entretien des abords des bâtiments	83,3	731	66,6	257	81,7	450
Matériel dédié par unité de production ou nettoyage et désinfection après utilisation	96,8	719	89	244	84,4	423
Parcours bien entretenus et sans stockage de matériel	90	541	85,1	114	84,9	335

Aptitude au nettoyage et à la désinfection des abris, des systèmes d'alimentation et d'abreuvement et de leur aire d'installation	95	451	94,6	57	78,6	187
Clôtures bien entretenues, évitant tout contact entre volailles d'UP différentes	93,6	523	86,5	111	84,7	329
Absence d'animaux domestiques en zone d'élevage (hors chiens de travail)	96,1	689	95,1	244	92,6	448
Efficacité des mesures de protection des dispositifs d'alimentation et d'abreuvement	90,6	672	91,4	220	86,2	327
Présence d'un protocole de lutte contre les nuisibles et enregistrements des interventions	73,8	749	62,9	259	46,8	440
Protocole de nettoyage-désinfection, incluant les autocontrôles, l'enregistrement des N/D effectués et des résultats des autocontrôles, suites données aux résultats défavorables	61,8	748	53,6	265	37,5	445
Protocole et durées des vides sanitaires	88,6	726	72,6	252	57,8	422
Mesures de protection du stockage des aliments	91,6	747	96,5	259	90,6	446
Mesures de protection du stockage de litière	70,6	527	60,3	199	78,2	349
Conditions de stockage des lisiers, fumiers et fientes sèches	95,7	736	95,1	244	85,2	399
Modalités en cas d'assainissement naturel, rapide ou par traitement	97,7	686	86,9	221	83,2	374
Modalités en cas d'enfouissement d'effluents non assainis	95,1	648	89,2	221	85,9	276
Collecte quotidienne des cadavres	92,7	648	96,8	221	95,8	276
Conservation des cadavres et gestion du bac d'équarrissage	85,1	728	70,4	260	63,6	443
Certificat de formation en biosécurité (détenteur et personnel permanent)	91,9	730	79,5	249	68,1	426
Existence d'un plan de biosécurité (adaptation du plan de biosécurité à l'exploitation)	82,9	756	68,9	248	38,2	453

n = nombre d'observations

Toulouse, 2019

NOM : PAYOT

PRENOM : AURELIA

TITRE : Pratiques de biosécurité en élevage avicole : analyse des bilans d'inspection à l'échelle nationale (2016-2018)

RESUME : Les récentes crises d'influenza aviaire en France (2015-17) ont conduit à un encadrement plus strict des mesures de biosécurité en élevages de volailles. Cette étude a pour objectif de dresser un état des lieux des pratiques de biosécurité dans les filières avicoles en France, grâce à l'analyse détaillée de 1616 rapports d'inspections officielles réalisées de début 2016 à mars 2018. Les pratiques de biosécurité les mieux respectées concernent la conduite en bande unique, la gestion du matériel, les animaux domestiques, le stockage des aliments et des lisiers/fumiers. Les pratiques les moins respectées concernent le plan de biosécurité, le zonage et la circulation au sein de l'exploitation, les sas, la lutte contre les nuisibles, et les protocoles de nettoyage/désinfection. De plus, le niveau de biosécurité est relativement plus élevé dans les exploitations de palmipèdes, ainsi que dans les exploitations situées dans le sud-ouest. Ces résultats contribuent ainsi à identifier des pistes d'amélioration pour la gestion sanitaire des filières avicoles françaises.

MOTS-CLES : Epidémiologie, biosécurité, influenza aviaire, volailles, inspection officielle, observance

TITLE : Biosecurity practices in the French poultry sector : analysis of official inspection reports (2016-2018)

SUMMARY : The occurrence of recent avian influenza outbreaks in France (2015-17) have led to tougher legislative measures regarding biosecurity in the poultry sector. The aim of this study was to evaluate biosecurity practices in poultry production systems in France, based on the analysis of 1616 official inspection reports, conducted between early 2016 and March 2018. Results showed a good compliance for practices concerning all in-all-out, the management of the farm equipment, the absence of pets, and food and manure storage. Compliance was found to be lower regarding the biosecurity plan, zoning and circulation on the farm, hygiene locks, pest control programs, and cleaning and disinfection protocols. In addition, the level of biosecurity was found to be higher in duck farms, and in farms located in the southwest of the country. These results contribute to identifying areas for improving health management in the French poultry sector.

KEYWORDS : Epidemiology, biosecurity, avian influenza, poultry, official inspection, compliance