

Thèse de Doctorat

Philippe GOURLAY

*Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur d'Oniris - l'École Nationale Vétérinaire Agroalimentaire et de
l'Alimentation Nantes-Atlantique
sous le label de L'Université Nantes Angers Le Mans*

École doctorale : *Biologie Santé*

Discipline : *Biologie, Médecine, Santé*

Spécialité : *540 - Recherche clinique, innovation technologique, santé publique*

Unité de recherche : *UMR1300 Oniris-INRA Biologie Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale*

Soutenue le *25 Février 2015*

Agents biologiques portés par l'avifaune sauvage : estimation et catégorisation des risques en Europe, surveillance épidémiologique en France métropolitaine

Tome I : Texte principal

JURY

Rapporteurs : **Jean-Luc GUERIN**, Professeur, INP - Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Frederick LEIGHTON, Professeur, Western College of Veterinary Medicine, University of Saskatchewan, Canada

Examineurs : **Marc ARTOIS**, Professeur, VetAgro Sup Lyon
Pascal HENDRIKX, ICSPV, Anses Lyon

Directeur de Thèse : **François BEAUDEAU**, Professeur, Oniris Nantes

Co-encadrant de Thèse : **Sébastien ASSIE**, Maître de conférences, Oniris Nantes

Remerciements

Je remercie tout d'abord Monsieur Henri Seegers ainsi que Madame Christine Fourichon pour m'avoir accueilli au sein de l'UMR1300 Oniris INRA Biologie Epidémiologie Analyse de Risque en santé animale.

Je remercie mes directeurs de thèse successifs : Henri Seegers au début de mes travaux puis François Beaudeau qui a pris le relais et m'a permis de mener à bien cette thèse. Merci également à Sébastien Assié, co-encadrant qui m'a accompagné dans ma formation à la recherche depuis mon master. Merci à vous trois pour m'avoir encadré durant toutes ces années.

Je remercie Monique L'Hostis, co-directrice du Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE) qui me connaît depuis plus de 15 ans et qui m'a incité à préparer cette thèse.

Un grand merci au Groupe Total (Total S.A., Raffinage Chimie, Raffinage France, Exploration production) qui finance les activités du CVFSE depuis de nombreuses années et m'a permis de réaliser ces travaux de recherche. Merci pour ce soutien passé, actuel et futur.

Je remercie Monsieur Jean-Luc Guérin et Monsieur Frederick Leighton pour avoir accepté d'être rapporteurs. Merci également à Monsieur Marc Artois et Monsieur Pascal Hendrikx d'avoir accepté d'être examinateurs. Merci à eux d'avoir accepté de juger mon travail.

Merci aux membres de mes comités de thèse, Monique L'Hostis, Karine Laroucau, Elsa Jourdain, Moez Sanaa, Nathalie Bareille, Olivier Lambert pour m'avoir aidé dans mes réflexions.

Merci à tous les scientifiques du labo, rencontrés en congrès, sur le terrain,... avec qui j'ai pu échanger sur mes travaux (et d'autres...) pendant ces années et qui, en me permettant de mûrir mes réflexions, ont largement contribué à ma formation à la recherche.

Merci à Olivier Lambert, directeur du CVFSE ainsi qu'aux « filles » du CVFSE (Delphine, Elodie, Caroline, Bérengère, Cynthia, Marie, Esther) pour m'avoir permis de me consacrer à mes travaux de thèse en s'organisant pour faire « tourner » le centre pendant ces mois d'absence.

Merci à l'ensemble du labo pour leur accueil et plus particulièrement aux doctorants du G4 : mes co-bureaux successifs Charlène et Grégoire ainsi que Nadine, Maud, Pierre, Eric pour nos pauses méridiennes et nos discussions sympathiques même si j'arrivais souvent à la fin...

Merci à mes parents Jean et Monique pour leur soutien moral constant et logistique pendant les derniers mois de rédaction, à mes sœurs Florence et Anne-Catherine, mon frère François-Xavier, ma belle-sœur Isabelle, mon beau-frère François, mes nièces et neveux Marine, Clémence, Constance, Antoine et Grégoire et ma belle famille notamment Colette, Serge, Cécile, Laure, Louis pour leurs encouragements.

Merci à ma femme Marie, ma moitié complémentaire depuis de nombreuses années sans qui ce travail n'aurait jamais abouti. Tu as été mon soutien de tous les jours et je suis vraiment désolé pour tous ces moments que je n'ai pu t'accorder ces dernières années ainsi qu'à notre fille Julia, la plus belle chose qui nous soit arrivée après notre amour. Deux ans qu'elle illumine nos vies quotidiennement. D'autres aventures se profilent que j'ai hâte de partager avec vous. Nous allons enfin pouvoir profiter de notre vie à trois. Je vous aime.

Maëlle, que cette thèse te soit dédiée. J'ai souvent pensé à toi pendant ces années... La vie n'est pas juste...

Notes à l'intention du lecteur

Ce manuscrit comprend deux tomes :

- le présent tome contenant le texte principal,
- un second tome consacré aux annexes, afin que celles-ci puissent être consultées facilement en parallèle de la lecture du texte principal.

L'ensemble du manuscrit a été rédigé selon les règles de rédaction scientifique et technique publiées dans le manuel dont la référence est la suivante :

Boudouresque C.F., 2013. Manuel de rédaction scientifique et technique. Edition 2013-2014. MIO (Mediterranean Institute of Oceanography), Aix-Marseille Université publ., Marseille, 1-86.

" Nous n'héritons pas de la terre de nos ancêtres, nous l'empruntons à nos enfants "

Antoine de Saint-Exupéry, 1939, Terre des Hommes.

Texte principal

Sommaire

Introduction générale	13
<u>I - Contexte et enjeux</u>	15
<u>II - Problématique</u>	17
<u>III - Objectifs</u>	19
<u>IV - Stratégie d'analyses et plan suivi</u>	19
Chapitre I Estimation et catégorisation des risques en Europe	21
<u>I - Introduction</u>	23
I.A - Méthodes de hiérarchisation utilisées en santé publique	23
I.B - Méthodes de hiérarchisation utilisées en hygiène alimentaire	24
I.C - Méthodes de hiérarchisation utilisées en santé animale	25
<i>I.C.1 Méthodes utilisées en santé des animaux domestiques</i>	25
<i>I.C.2 Méthodes utilisées en santé des animaux sauvages</i>	27
I.D - Synthèse des techniques de hiérarchisation de dangers biologiques	29
<u>II - Matériel et méthode</u>	31
II.A - Cadre de l'étude	31
II.B - Définitions	31
<i>II.B.1 Danger biologique</i>	31
<i>II.B.2 Avifaune sauvage/oiseaux sauvages</i>	32
<i>II.B.3 Cible</i>	32
II.C - Objectifs	32
<i>II.C.1 Objectifs scientifiques</i>	32
<i>II.C.2 Objectifs opérationnels</i>	33
II.D - Contraintes de l'étude et choix de la méthode	35
II.E - Identification des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser	37
<i>II.E.1 Sélection des dangers biologiques pour les cibles</i>	37
<i>II.E.2 Détermination des oiseaux sauvages à étudier</i>	38
<i>II.E.3. Validation de la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser</i>	39
II.F - Appréciation des risques biologiques associés aux oiseaux sauvages	41
<i>II.F.1 Appréciation de l'émission des dangers biologiques par les oiseaux sauvages</i>	41

a. Critère A1 : interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissances	41
b. Critère A2 : distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe	43
II.F.2 <i>Appréciation de l'exposition des cibles aux dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages</i>	43
a. Critère B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou dans des arthropodes vecteurs	43
b. Critère B2 : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à la cible	43
II.F.3 <i>Appréciation des conséquences de l'infection des cibles par les dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages</i>	43
a. Critère C1 : incidence de l'infection chez la population cible en Europe	43
b. Critère C2 : sévérité, coûts de la maladie chez la population cible et préoccupation sociétale	47
II.F.4 <i>Collecte des données</i>	47
II.F.5 <i>Estimation des risques</i>	47
a. Exploitation des avis des experts	49
b. Mode d'agrégation	51
II.G - Classement et catégorisation des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages »	53
<u>III – Résultats</u>	53
III.A - Description des experts	53
III.A.1 <i>Experts ayant validé la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser</i>	53
III.A.2 <i>Experts ayant évalué les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » selon les critères utilisés</i>	53
III.B - Identification des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser	57
III.B.1 <i>Identification des dangers biologiques pour les cibles</i>	57
a. Dangers biologiques pour les animaux domestiques en Europe	57
b. Dangers biologiques pour l'Homme en Europe	59
c. Dangers biologiques pour les animaux sauvages en Europe	61
III.B.2 <i>Détermination des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser et validation par les experts</i>	63
III.C - Appréciation des risques	69
III.C.1 <i>Critères</i>	69
a. Critère A1 : interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissances	69
b. Critère A2 : distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe	69
c. Critère B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou dans des arthropodes vecteurs	70
d. Critère B2AH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages aux animaux domestiques	70
e. Critère B2PH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à l'Homme	70
f. Critère B2WH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages aux animaux sauvages	70
g. Critère C1AH : incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe	71

h. Critère C1PH : incidence de l'infection chez l'Homme en Europe	71
i. Critère C1WH : incidence de l'infection chez les animaux sauvages en Europe	71
j. Critère C2AH : sévérité, coûts de la maladie chez les animaux domestiques en Europe et préoccupation sociétale	71
k. Critère C2PH : sévérité, coûts de la maladie chez l'Homme en Europe et préoccupation sociétale	72
l. Critère C2WH : sévérité, coûts de la maladie chez les animaux sauvages en Europe et préoccupation sociétale	72
III.C.2 Appréciation de la probabilité de survenue des dangers	72
a. Pour les animaux domestiques	72
b. Pour l'Homme	73
c. Pour les animaux sauvages	73
III.C.3 Appréciation des conséquences	73
a. Pour les animaux domestiques	73
b. Pour l'Homme	73
c. Pour les animaux sauvages	75
III.C.4 Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages	75
a. Pour les animaux domestiques	75
b. Pour l'Homme	77
c. Pour les animaux sauvages	79
III.D - Catégorisation des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages »	81
III.D.1 Identification des couples à surveiller en priorité	81
a. Pour les animaux domestiques	81
b. Pour l'Homme	81
c. Pour les animaux sauvages	81
III.D.2 Risques associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique	83
III.D.3 Risques associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages	89
<u>IV – Discussion</u>	97
IV.A - A propos de la thématique	97
IV.B - A propos de la stratégie d'étude	97
IV.B.1 Trois cibles - trois hiérarchisations	97
IV.B.2 Plusieurs enquêtes pour un panel multidisciplinaire d'experts	98
IV.B.3 Une estimation qualitative des risques	98
IV.C - A propos de l'identification des couples à hiérarchiser	99
IV.C.1 Sélection des dangers biologiques	99
IV.C.2 Détermination des groupes d'oiseaux à étudier	99
IV.D - A propos de l'appréciation des risques	100
IV.D.1 Critères et échelles de notation	100
IV.D.2 Participation des experts aux enquêtes	102
IV.D.3 Détermination et variabilité des avis des panels d'experts	102
IV.D.4 Agrégation des critères et des étapes d'appréciation des risques	103
IV.D.5 Appréciation des probabilités de survenue des dangers	103
IV.D.6 Appréciation des conséquences	103
IV.D.7 Estimation des risques	104
IV.E - A propos de la catégorisation des couples	105
IV.F - Bilan et perspectives	106

Chapitre II Surveillance épidémiologique en France Métropolitaine 109

I - Introduction 111

I.A - Surveillance sanitaire de la faune sauvage dans le Monde 111

I.A.1 En Amérique du Nord et en Australie 111

I.A.2 En Europe 112

I.A.3 Centralisation mondiale des informations 112

I.B - Surveillance sanitaire de la faune sauvage en France 113

*I.B.1 L'Unité Sanitaire de la Faune de l'Office National de la Chasse et de la
Faune Sauvage 113*

I.B.2 Le réseau SAGIR 114

I.B.3 Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy de l'Anses 115

I.B.4 Autres systèmes de surveillance 115

II - Organisation actuelle de la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France 119

II.A - Surveillance passive 119

II.A.1 Par le réseau SAGIR 119

II.A.2 Par des associations de protection des oiseaux 127

II.B - Surveillance active 129

II.B.1 Par l'Unité Sanitaire de la Faune de l'ONCFS 129

a. Surveillance du virus West-Nile (2000-2007) 129

b. Surveillance des virus de l'Influenza aviaire (2003-2011) 129

II.B.2 Sources de matériel biologique utilisées pour la surveillance active en France 131

a. Les programmes annuels de baguage d'oiseaux sauvages 131

b. Les tableaux de chasse 137

c. La destruction d'oiseaux nuisibles 137

d. Sources supplémentaires pour la surveillance active 137

III - Acteurs potentiels pour la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France 141

III.A - Les centres de réhabilitation de la faune sauvage 141

III.A.1 Présentation générale 141

III.A.2 Les centres de réhabilitation de la faune sauvage en France métropolitaine 141

III.B - Le Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune sauvage 163

III.C - Les programmes de science participative 165

III.D - Les programmes de recherche en écologie 167

<u>IV - Bilan et perspectives</u>	169
IV.A - Surveillance passive des maladies des oiseaux sauvages en France : atouts, limites et complémentarité des acteurs actuels et potentiels	169
IV.B - Surveillance active des maladies des oiseaux sauvages en France : atouts, limites et complémentarité des acteurs actuels et potentiels	171
Discussion générale	175
<u>I - Choix du lieu et du moment</u>	177
<u>II - Choix des espèces d'oiseaux en accord avec leur écologie</u>	179
<u>III - Choix des acteurs de terrain à solliciter</u>	180
<u>IV - Choix des analyses de laboratoire</u>	181
<u>V - Prise en compte des interfaces à risque</u>	183
Conclusion générale et perspectives	185
Références bibliographiques	189
Autres ressources consultées	221

Introduction générale

Tableau 1 Exemples d'agents pathogènes impliquant la faune sauvage ayant des répercussions sur l'économie de l'élevage et/ou la santé publique ou sur les populations d'animaux sauvages*

Agents pathogènes et hôtes sauvages associés ayant des répercussions sur l'économie de l'élevage et/ou la santé publique	Agents pathogènes ayant des répercussions sur les populations d'animaux sauvages
- <i>Borrelia burgdorferi</i> / Rongeurs, Oiseaux (Europe, Amérique du Nord)	- <i>Mycobacterium bovis</i> / Lynx ibérique <i>Lynx pardinus</i> (Espagne)
- <i>Brucella abortus</i> et <i>Brucella melitensis</i> / Ongulés (Europe, Amérique du Nord)	- <i>Mycoplasma conjunctivae</i> et <i>Sarcoptes scabiei</i> / Ongulés de montagne (Europe)
- <i>Mycobacterium bovis</i> / Ongulés (Europe)	- <i>Salmonella</i> Typhimurium DT40, <i>Escherichia coli</i> O86 :K61 (<i>E. albertii</i>), <i>Mycoplasma gallisepticum</i> / Oiseaux des jardins (Europe, Amérique du Nord)
- <i>virus Ebola</i> / Chiroptères, Primates non humains (Afrique)	- <i>Parapoxvirus</i> / Ecureuil roux <i>Sciurus vulgaris</i> (Grande Bretagne)
- <i>virus de l'Influenza aviaire</i> et <i>virus West-Nile</i> / Oiseaux (Monde)	- <i>virus de la Maladie de Carré</i> et <i>virus rabique</i> / <i>Lycaon Lycaon pictus</i> (Afrique)
- <i>virus Nipah</i> et <i>virus Hendra</i> / Chiroptères (Asie, Australie)	- <i>virus de la Peste bovine</i> / Ongulés / Afrique (début du XXème siècle)
- <i>virus de la Peste porcine africaine</i> et <i>de la Peste porcine classique</i> / Suidae (Europe, Afrique)	- <i>virus West-Nile</i> / Oiseaux sauvages (Amérique du Nord)
- <i>virus rabique</i> / Carnivores terrestres, Chiroptères (Monde)	- <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> et <i>Ranavirus</i> / Amphibiens (Monde)
- <i>virus du Syndrome Respiratoire Aigu Sévère</i> / Viviridae, Chiroptères (Asie)	- <i>Pseudogymnoascus destructans</i> / Chiroptères (Amérique du Nord)

* issus des articles de synthèse suivants : Daszak *et al.*, 2000 ; Bengis *et al.*, 2002 ; Bengis *et al.*, 2004 ; Williams *et al.*, 2002 ; Gortázar *et al.*, 2007 ; Martin *et al.*, 2011.

I - Contexte et enjeux

La faune sauvage a longtemps bénéficié d'un environnement préservé, suffisamment vaste pour subsister sans être contrainte d'avoir des contacts étroits et fréquents avec l'Homme et ses animaux domestiques. Cependant, au cours des cinquante dernières années, l'Homme, pour satisfaire les besoins croissants de sa population en développement, a modifié de nombreux écosystèmes. L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) initiée par les Nations Unies en 2001 avait pour objectif d'évaluer les conséquences des changements écosystémiques sur le bien-être humain. Parmi les nombreuses conséquences de la destruction du milieu naturel (ex. : déforestation, intensification de l'élevage, urbanisation) et de la perte de biodiversité associée, l'émergence ou la ré-émergence de maladies infectieuses puis leur diffusion rapide, pouvant être favorisée par le changement climatique a été clairement identifiée. Les animaux sauvages, à présent contraints de partager un environnement restreint avec l'Homme et les animaux domestiques, représentent alors une source d'agents pathogènes qui peuvent menacer l'économie de l'élevage et/ou la santé publique. En effet, la faune sauvage peut être réservoir et/ou vectrice, directement ou indirectement par l'intermédiaire d'arthropodes vecteurs, d'une diversité d'agents pathogènes, qu'elle a par ailleurs pu antérieurement acquérir au contact d'animaux domestiques (Daszak *et al.*, 2000 ; Bengis *et al.*, 2002 ; Williams *et al.*, 2002 ; Bengis *et al.*, 2004 ; Gortázar *et al.*, 2007 ; Martin *et al.*, 2011) (cf. Tableau 1).

La faune sauvage possède cependant des valeurs économiques, nutritionnelles, écologiques et socio-culturelles maintenant bien reconnues (Chardonnet *et al.*, 2002). Elle représente alors une richesse, au même titre que les animaux domestiques, à préserver des impacts préjudiciables des maladies. Ainsi, des maladies naturellement émergentes dans le réservoir sauvage, acquises au contact des animaux domestiques ou introduites par l'Homme dans de nouvelles régions du globe peuvent avoir des répercussions négatives sur les populations d'animaux sauvages, voire préoccupantes pour des espèces menacées d'extinction (Daszak *et al.*, 2000 ; Bengis *et al.*, 2002 ; Williams *et al.*, 2002 ; Gortázar *et al.*, 2007 ; Martin *et al.*, 2011) (cf. Tableau 1).

Que l'on considère la faune sauvage comme source de dangers pour les animaux domestiques et/ou l'Homme ou que l'on veuille la conserver pour les services écosystémiques rendus, il est indispensable de connaître l'état de santé de ses populations pour maîtriser les dangers sanitaires associés. Les premières connaissances à acquérir nécessitent la réalisation d'études descriptives et/ou la mise en place de programmes de surveillance épidémiologique. L'épidémiosurveillance est définie comme une « *méthode d'observation, fondée sur des enregistrements en continu, permettant de suivre l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace, en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte* » (Toma *et al.*, 1991). Tout son fonctionnement repose sur un réseau structuré de personnes et d'organismes chargé de collecter des données puis de les centraliser pour analyses avant restitution vers les acteurs de terrain. Les programmes de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage doivent être adaptés aux particularités écologiques des espèces sauvages et de leurs maladies afin de permettre un suivi des maladies enzootiques et la détection des phénomènes émergents (Daszak *et al.*, 2000 ; Mörner *et al.*, 2002 ; Williams *et al.*, 2002 ; Woolhouse, 2002 ; Karesh *et al.*, 2005 ; Gortázar *et al.*, 2007).

La connaissance de l'état de santé de la faune sauvage revêt trois enjeux :

- enjeu de santé animale par la prévention de l'introduction en élevage et/ou le contrôle de maladies à impacts économiques,

- enjeu de santé publique par la prévention et/ou le contrôle des zoonoses notamment celles émergentes,
- enjeu de conservation de la biodiversité par la prévention et/ou le contrôle des maladies ayant des impacts sur les populations d'animaux sauvages.

Ces enjeux peuvent être regroupés sous les concepts de « One Health » (<http://www.onehealthinitiative.com/>; Evans et Leighton, 2014) ou « EcoHealth » (Wilcox *et al.*, 2004) pronant le fait que l'ensemble des êtres vivants sur le globe sont liés par leur environnement et que leurs états de santé respectifs sont interdépendants : la santé des animaux domestiques et/ou de l'Homme dépend de la santé des écosystèmes, dont la faune sauvage fait partie. Bien que ces concepts ne soient pas nouveaux, ils se développent particulièrement depuis le début du XXI^{ème} siècle avec leurs intégrations par de nombreuses organisations internationales comme l'OIE, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la Banque Mondiale ou encore la Wildlife Conservation Society (Evans et Leighton, 2014). Des ouvrages sont par ailleurs dédiés à cette approche d'écologie de la santé (ex. : Gauthier-Clerc et Thomas, 2010 ; Morand *et al.*, 2014).

L'intérêt pour la santé de la faune sauvage est né dans les années 50 dans les pays développés, illustré par exemple par la création de la *Wildlife Disease Association* (WDA) en 1952 aux Etats-Unis (WDA, 2014). Il s'est cependant principalement développé dans les années 1970-1980 comme en témoignent la publication à cette époque de nombreux ouvrages ou revues de références : *Infectious diseases of wild mammals 1st Edition* Eds Williams E.S., Barker I.K., 1970 ; *Parasitic diseases of wild mammals 1st Edition* Eds Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A., 1970 ; *Journal of Wildlife Diseases* de la *Wildlife Disease Association* depuis 1970 ; *Infectious and Parasitic Diseases of Wild birds 1st Edition* Eds Davis J.W., Anderson R.C., Karstad L., Trainer D.O., 1971 ; *Zoo and Wildlife Medicine* Ed Fowler M.E., 1978. Depuis, des sections continentales de la WDA ont vu le jour (australasienne en 1973, nordique en 1983, européenne (EWDA) en 1993 et plus récemment latino-américaine et moyenne-orientale) et un groupe de travail dédié aux maladies de la faune sauvage a été créé au sein de l'OIE en 1994. En plus d'intégrer l'évaluation de l'état de santé des animaux sauvages vis-à-vis de maladies à déclaration obligatoire dans ses *Codes terrestres pour les animaux terrestres et pour les animaux aquatiques*, l'OIE a alors établi une liste supplémentaire de maladies impliquant les animaux sauvages et dont les pays membres peuvent en notifier spontanément la présence afin d'en assurer un suivi mondial (WAHIS-Wild, 2014). Parallèlement, au niveau européen, un réseau a été créé sous l'égide de l'EWDA en 2010 (Kuiken *et al.*, 2011) et des projets européens (WildTech, 2010 ; APHAEA, 2014) ont vu le jour dont le but est de standardiser et développer les méthodes d'investigations et de diagnostics des maladies de la faune sauvage ainsi que de partager rapidement des informations sanitaires afin d'opérer une surveillance épidémiologique efficace à l'échelle continentale. Un ouvrage dédié aux maladies infectieuses de la faune sauvage européenne a été concomitamment publié : *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe* Eds Gavier-Windén D., Duff J.P., Meredith A., 2012.

Lors de sa réunion de Novembre 2013, le groupe de travail sur la faune sauvage de l'OIE a examiné le coût de la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage (OIE, 2014). Il a ainsi notamment identifié les espèces cibles et la facilité d'accès pour l'échantillonnage comme une variable ayant une incidence sur ce coût. Ainsi, l'identification de sources de matériel biologique facilement accessible ainsi que des hiérarchisations des maladies associées aux espèces porteuses en fonction des risques qu'elles peuvent représenter pour les animaux domestiques, l'Homme et/ou les animaux sauvages sont nécessaires. En effet, d'une manière générale, qu'il s'agisse d'animaux domestiques ou

d'animaux sauvages, la détermination de priorités de surveillance (*risk-based surveillance*) est indispensable pour optimiser les ressources disponibles pour l'épidémiosurveillance, qui nécessite, de par son mode de collecte en continu, des moyens humains, techniques et financiers importants. Le concept d'épidémiosurveillance basée sur les risques (*risk-based surveillance*) a émergé il y a quelques années (Stärk *et al.*, 2006). De nos jours, du fait de l'augmentation de la consommation de produits d'origine animale, de la globalisation des échanges et de l'évolution des écosystèmes¹ favorables aux vecteurs d'agents biologiques, le risque de diffusion internationale d'agents pathogènes est important et les pays doivent être prêts à faire face à l'émergence de maladies exotiques. Il est alors difficile pour un pays de surveiller toutes les maladies, historiques, actuelles ou émergentes, susceptibles d'affecter ses animaux domestiques et/ou sa population humaine, en cas d'agents pathogènes zoonotiques.

II - Problématique

Parmi les animaux sauvages, les oiseaux représentent une Classe comprenant plus de 10000 espèces dans le Monde (IOC, 2014), plus de 900 résidentes ou de passage en Europe et plus de 500 en France (Oiseaux.net, 2014). Pour comparaison, plus de 5000 espèces de mammifères sont recensées à l'heure actuelle dans le Monde (200 en Europe (Temple et Terry, 2009)) dont plus de 2000 espèces de Rongeurs et plus de 1000 espèces de Chiroptères (Wilson et Reeder, 2005). Du point de vue biologique, les oiseaux sauvages se caractérisent tout d'abord par leurs migrations bisannuelles au cours desquelles ils parcourent des milliers de kilomètres en peu de temps. Des couloirs de migration mettent ainsi en relation des zones géographiques éloignées. L'Europe est, par exemple, connectée principalement au continent africain et au nord de l'Asie (*cf.* Figure 1). Beaucoup d'espèces d'oiseaux

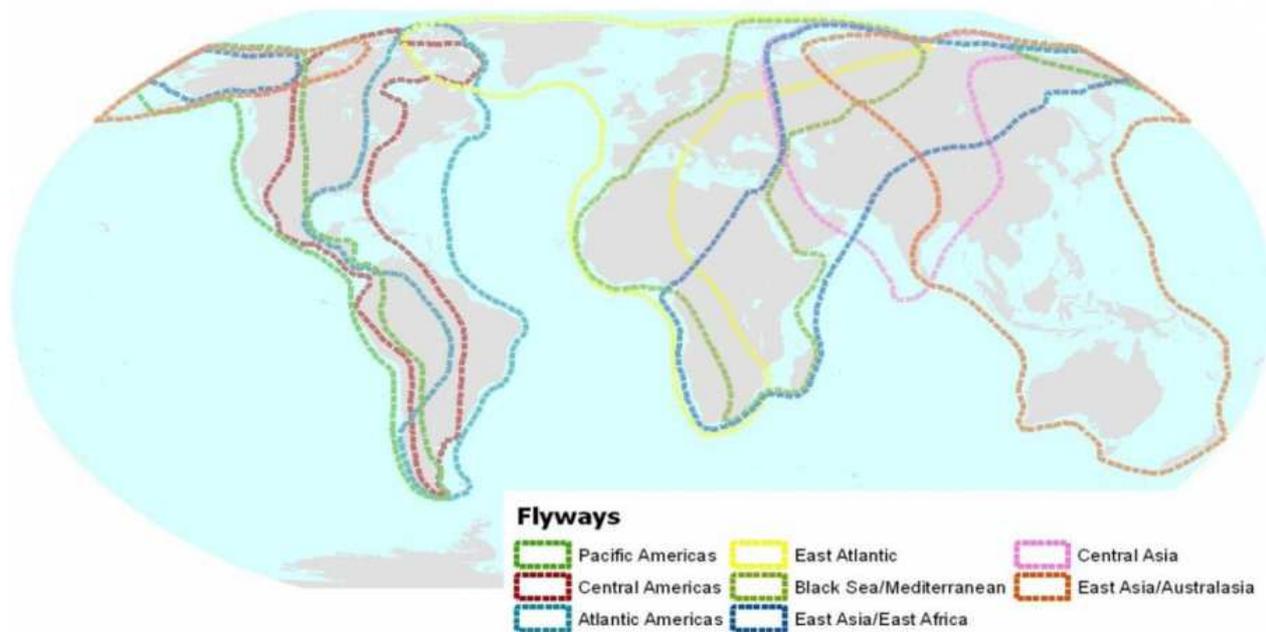


Figure 1 Carte mondiale représentant les huit couloirs de migration (flyways) des oiseaux sauvages d'après BirdLife International

(<http://www.birdlife.org/worldwide/programme-additional-info/migratory-birds-and-flyways>)

¹ Un écosystème, terme utilisé en écologie, est un ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (biocénose) et son environnement biologique, géologique, hydrologique, climatique, etc. (biotope).

sont ensuite grégaires notamment en période de reproduction où ils peuvent se regrouper en colonies de milliers de couples, pendant les migrations et/ou au niveau de sites d'alimentation naturels ou d'origine anthropique (ex. : station de nourrissage, décharge à ciel ouvert, port de pêche, cultures). De nombreuses espèces des ordres des Anseriformes, Charadriiformes, Colombiformes ou Passeriformes entretiennent par ailleurs des contacts réguliers avec les animaux domestiques et/ou l'Homme en fréquentant les élevages et/ou en s'installant en milieu urbain. Les oiseaux sauvages sont enfin des animaux particulièrement visibles par l'Homme, qui en a alors fait de leur observation un loisir et de leur conservation un enjeu à part entière. BirdLife International (<http://www.birdlife.org/>) coordonne ainsi, depuis 1922 et avec de très nombreuses organisations nationales, des programmes de conservation d'espèces et de leurs habitats naturels. En effet, treize pour cent des espèces d'oiseaux sauvages recensées dans le Monde sont menacées d'extinction (BirdLife International, 2004).

Ces considérations expliquent l'importance de la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages. De par leurs déplacements, notamment migratoires, les oiseaux sauvages peuvent tout d'abord être à l'origine de l'introduction, ou de la diffusion, dans un pays de dangers biologiques (ex. : *virus de l'Influenza aviaire*, *virus West-Nile*) (ex. : Rappole *et al.*, 2000 ; Reed *et al.*, 2003 ; Olsen *et al.*, 2006 ; Keawcharoen *et al.*, 2008). Ils peuvent ensuite être mis en cause dans la survenue d'évènements sanitaires impliquant les animaux domestiques et/ou l'Homme (ex. : Daniels *et al.*, 2003 ; Corn *et al.*, 2005 ; Giovannini *et al.*, 2012 ; Gourlay *et al.*, 2012 ; Lawson *et al.*, 2014). Enfin, ils peuvent être eux-mêmes victimes d'agents pathogènes pouvant avoir des répercussions sur des populations d'espèces d'intérêt patrimonial (ex. : Saito *et al.*, 2007 ; Höfle *et al.*, 2008 ; Robinson *et al.*, 2010).

En Europe, de nombreuses études épidémiologiques de maladies infectieuses des oiseaux sauvages ont été publiées. Elles rapportent alors les investigations d'épisodes de morbidité ou de mortalité groupées observées chez l'avifaune sauvage en décrivant et en analysant les caractéristiques épidémiologiques de l'évènement sanitaire, souvent émergent (ex. : Pennycott *et al.*, 1998 ; Lawson *et al.*, 2006 ; Duff *et al.*, 2007 ; Hars *et al.*, 2008c ; Lopez-Rodas *et al.*, 2008 ; Gamino *et al.*, 2012 ; Lawson *et al.*, 2012). En revanche, peu de maladies des oiseaux sauvages font pour l'instant l'objet d'une surveillance à l'échelle européenne. Seuls les *virus de l'Influenza aviaire* et le *virus West-Nile*, appartenant à la liste des maladies à déclaration obligatoire de l'OIE, sont concernés. Pourtant, compte-tenu des caractéristiques biologiques des oiseaux sauvages et de la diversité d'agents biologiques qu'ils peuvent porter, une surveillance harmonisée à l'échelle continentale serait intéressante. Du fait du coût de la surveillance épidémiologique, et comme mentionné précédemment, des priorités doivent cependant être préalablement établies. Alors qu'une hiérarchisation concernant des dangers portés par la faune sauvage ayant pour cibles les Ruminants domestiques et/ou la faune sauvage a été récemment publiée (Ciliberti *et al.*, 2014), pour l'heure et à notre connaissance, aucune démarche de hiérarchisation de dangers biologiques portés par l'avifaune sauvage européenne n'a été réalisée.

III - Objectifs

Nos travaux ont visé à répondre à deux objectifs :

- déterminer quels agents biologiques portés par les oiseaux sauvages doivent être surveillés en priorité en Europe pour maîtriser les risques pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages et chez quels oiseaux,
- identifier les sources de données et/ou de matériel biologique actuelles ou potentielles disponibles en France métropolitaine pour participer à la surveillance épidémiologique des agents biologiques identifiés prioritaires en Europe.

IV - Stratégie d'analyse et plan suivi

Notre manuscrit comprend deux chapitres principaux.

Le Chapitre I est consacré au premier objectif. Pour l'atteindre, nous avons réalisé une hiérarchisation de dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages en fonction des risques qu'ils peuvent représenter pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages, ceci en plusieurs étapes. Une synthèse bibliographique des techniques de hiérarchisation utilisées dans le domaine de la Santé nous a tout d'abord permis d'élaborer une méthode adaptée à notre thématique et à notre objectif. Les dangers biologiques et les oiseaux sauvages à prendre en compte pour la hiérarchisation ont été déterminés. Compte-tenu de la diversité d'espèces d'oiseaux et de la diversité d'agents biologiques, une approche par couple « danger biologique/groupe d'espèces d'oiseaux sauvages » a été utilisée. Les risques associés à chaque couple ont ensuite été estimés pour chaque cible concernée. Les classements des couples par ordre décroissant de niveau de risque pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages obtenus nous ont enfin permis d'identifier les couples à surveiller en priorité en Europe pour chacune des trois cibles.

Le Chapitre II est consacré au deuxième objectif. Après une présentation de l'organisation de la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage dans le Monde, un état des lieux bibliographique des systèmes déployés actuellement en France métropolitaine a été réalisé. Les espèces d'oiseaux sauvages surveillées ainsi que les agents biologiques recherchés dans le cadre de programmes de surveillance passive ou de surveillance active ont été décrits. Le potentiel d'autres acteurs de terrain à participer à la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France métropolitaine a ensuite été montré. Pour ce faire, une comparaison de données et des résultats de surveillance passive de maladies d'oiseaux de l'ordre des Passeriformes entre le principal système actuellement reconnu en France et un autre acteur de la santé de la faune sauvage a été réalisée. Complétée par une synthèse bibliographique et des recherches documentaires, cette comparaison nous a permis de montrer la complémentarité entre les systèmes actuels et les acteurs potentiels.

La discussion générale aborde l'utilisation des résultats de nos hiérarchisations effectuées à l'échelle européenne dans le contexte des sources de données et/ou de matériel biologique disponibles en France métropolitaine. Les éléments à prendre en considération pour optimiser les moyens dédiés aux programmes d'épidémiosurveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France métropolitaine sont également présentés. Des perspectives d'amélioration de cette surveillance sont, enfin, proposées en conclusion.

Chapitre I

Estimation et catégorisation des risques en Europe

I - Introduction

Afin d'optimiser les moyens financiers et humains disponibles pour la prévention et/ou la gestion de risques, le décideur, qu'il appartienne au domaine public ou à des organisations professionnelles à vocation sanitaire, a besoin d'informations sur lesquelles se baser pour pouvoir prendre des mesures de manière rationnelle. Il se repose alors généralement sur les recommandations émises par des équipes pluridisciplinaires de spécialistes, mandatées pour évaluer des risques spécifiques.

Les démarches de hiérarchisation de dangers se sont multipliées ces dernières décennies dans divers domaines. On recense ainsi des publications concernant, par exemple, la sécurité civile (Florig *et al.*, 2001), la pollution environnementale (Gamo *et al.*, 2003 ; Sanderson *et al.*, 2004), le bioterrorisme (Tomuzia *et al.*, 2013 ; Generous *et al.*, 2014), la sécurité informatique (Lambert *et al.*, 2001) ou encore la santé publique (WHO, 2006 ; Capek, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011), la santé animale (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Costard *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013) ou la qualité microbiologique des aliments (Batz *et al.*, 2004 ; Fosse *et al.*, 2008 ; Cardoen *et al.*, 2009 ; Horigan *et al.*, 2014). Des revues périodiques sont, par ailleurs, dédiées à cette thématique d'analyse et de gestion des risques (ex. : *Risk Analysis* ; *Journal of Hazardous Materials* ; *International Journal of Risk Assessment and Management*, *Journal of Risk Research*). Enfin, des articles présentant et/ou comparant des méthodes de hiérarchisation et proposant des améliorations sont régulièrement publiés (ex. : Morgan *et al.*, 2000 ; Morgenstern *et al.*, 2000 ; Florig *et al.*, 2001 ; Linkov *et al.*, 2006 ; WHO, 2006 ; Walshe et Burgman, 2010 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013). Qu'il s'agisse de méthodes d'« appréciation des risques » (*risk assessment*) ou « d'aide à la décision multi-critères » (*multi-criteria decision analysis*) appliquées à la détermination des risques prioritaires (*hazard* ou *risk prioritisation*), toutes ont pour objectif d'aboutir à un classement des risques (*risk ranking*) par l'évaluation de divers critères.

Nous nous proposons ici de réaliser une revue bibliographique des différentes techniques de hiérarchisation des dangers utilisées en santé publique, en hygiène alimentaire ou en santé animale afin d'identifier les grandes lignes d'une méthode que nous pourrions ensuite appliquer à notre étude de hiérarchisation des dangers biologiques portés par l'avifaune sauvage en Europe.

I.A - Méthodes de hiérarchisation utilisées en santé publique

Dans le domaine de la santé publique, la hiérarchisation d'agents biologiques transmissibles pour la détermination de priorités en termes de surveillance, de recherche médicale et de gestion des risques est principalement réalisée grâce à des avis d'experts suivant des méthodes d'« aide à la décision multi-critères » telle que définie par Guitouni et Martel (1998) (« *processus non-linéaire récursif comprenant 4 étapes : définition du contexte et de la question précise, détermination des critères à évaluer et de la manière de les associer, résolution de l'équation à partir des données disponibles, proposition de recommandations* ») ou apparentées.

Les experts peuvent être consultés selon des adaptations de la méthode Delphi (Linstone et Turoff, 1975) cherchant à obtenir un consensus au sein d'un panel (plusieurs dizaines d'experts) (WHO, 2006 ; Krause, 2008 ; Balabanova *et al.*, 2011) ou lors de séances de groupe de travail regroupant au maximum une quinzaine d'expert (Doherty, 2000 ; Capek, 2010 ; Havelaar *et al.*, 2010 ; Rist *et al.*, 2014). Les experts peuvent être de discipline commune (Doherty, 2000 ; Krause *et al.*, 2008) ou différentes (WHO, 2006 ; Capek, 2010 ; Havelaar *et al.*, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Rist *et al.*, 2014) et les séances de travail peuvent avoir lieu lors de réunions successives (Doherty, 2000 ; Krause *et al.*, 2008 ; Capek, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011) ou d'un atelier unique sur quelques jours (WHO, 2006 ; Rist *et al.*, 2014).

Les méthodes utilisées (Doherty, 2000 ; WHO, 2006 ; Krause, 2008 ; Capek, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011) ou les outils proposés (Rist *et al.*, 2014) sont en majorité semi-quantitatifs mais des méthodes quantitatives existent également (Havelaar *et al.*, 2010).

Toutes ces méthodes comprennent les grandes étapes suivantes :

- établissement de la liste des maladies ou des agents biologiques à considérer à partir d'une revue de la littérature complétée le cas échéant d'avis d'experts et détermination des critères d'inclusion et d'exclusion des dangers à hiérarchiser ;
- identification des experts à solliciter ;
- détermination des critères d'évaluation des dangers, regroupés éventuellement en domaine de critères, à partir des caractéristiques épidémiologiques des dangers et des conséquences connues (moyenne d'une dizaine de critères (Doherty, 2000 ; WHO, 2006 ; Krause, 2008 ; Havelaar *et al.*, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Rist *et al.*, 2014) à près d'une quarantaine (Capek, 2010)) ;
- détermination de l'échelle de notation de chaque critère. Ceux-ci peuvent alors noter selon la même échelle ordinale (de 3 à 6 niveaux) (WHO, 2006 ; Doherty, 2000 ; Krause, 2008 ; Havelaar *et al.*, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011) ou avec des échelles différentes (Capek, 2010 ; Rist *et al.*, 2014) ;
- pondération des critères (Krause, 2008 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Rist *et al.*, 2014) ou non (Doherty, 2000 ; WHO, 2006 ; Capek, 2010) lors d'une séance de travail ;
- calcul de la note finale (valeur unique moyenne ou valeurs médiane, minimum, maximum et/ou intervalles interquartiles) pour chaque danger étudié par modèle additif pondéré et/ou non selon la méthode choisie ;
- classement par ordre décroissant de note de risque.

Pour ces deux derniers points, Capek (2010) propose en revanche une notation finale basée sur l'évaluation, lors d'une discussion de groupe entre experts, de chaque danger et sur l'obtention d'un consensus (absence de calcul). Les dangers sont notés sur une échelle de 1 à 4 dans 6 domaines de priorité différents (ex. : surveillance épidémiologique humaine, moyens de contrôle et de prévention, surveillance vectorielle) puis classés par groupe (ex. : prioritaire, important, moyennement important).

Des étapes complémentaires peuvent être ensuite présentes :

- rédaction de fiches de caractérisation du danger à partir d'informations disponibles dans la littérature ou d'avis d'experts, transmises aux experts avant les réunions de notation (WHO, 2006 ; Capek, 2010) ;
- validation de la méthode par des experts différents du groupe l'ayant élaborée (Havelaar *et al.*, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011) ;
- évaluation du niveau de satisfaction des experts, concernant la méthode et les résultats, en fin de processus de hiérarchisation (méthode Delphi) (WHO, 2006 ; Balabanova *et al.*, 2011) ;
- standardisation de l'échelle de notation finale (ex. échelle de 0 à 100) (Balabanova *et al.*, 2011 ; Rist *et al.*, 2014).

I.B - Méthodes de hiérarchisation utilisées en hygiène alimentaire

Dans le domaine de l'évaluation des dangers microbiologiques en sécurité alimentaire afin d'identifier les actions de contrôle et de prévention à mettre en œuvre par les gestionnaires, les méthodes utilisées sont, en très grande majorité, issues de la démarche d'appréciation de risque (*risk assessment*) telle que définie par le Codex Alimentarius (Codex, 1999) (Lammerding et Fazil, 2000 ; Hoornstra *et al.*, 2001 ; Ross et Sumner, 2002 ; Coburn *et al.*, 2005 ; Fosse *et al.*, 2008 ; Horigan *et al.*, 2014). Elles sont principalement quantitatives et évaluent les risques microbiologiques associés à la ou

les denrée(s) alimentaire(s) susceptibles de les contenir (Lammerding et Fazil, 2000 ; Hoornstra *et al.*, 2001 ; Ross et Sumner, 2002 ; Fosse *et al.*, 2008).

Ces démarches inspirées du Codex Alimentarius comprennent quatre étapes :

- identification des dangers (*hazard identification*) à hiérarchiser à partir de données de la littérature et/ou d'avis d'experts. Fosse *et al.* (2008) proposent en plus à cette étape la réalisation d'une typologie des dangers (« *avéré* » versus « *suspecté* » ; « *autochtone* » versus « *exotique* » ; « *actuel* » versus « *historique* » à partir de données de la littérature) permettant d'identifier les dangers à évaluer en priorité (ex. : danger *avéré* et *actuel*) ;
- caractérisation du danger (*hazard characterization*) et appréciation de l'exposition (*exposure assessment*) réalisées à l'aide de plusieurs critères pouvant être ou non regroupés en domaines et renseignés à partir de données de la littérature et/ou d'avis d'experts (Lammerding et Fazil, 2000 ; Hoornstra *et al.*, 2001 ; Ross et Sumner, 2002 ; Fosse *et al.*, 2008) ;
- caractérisation du risque (*risk characterisation*) conduisant à une estimation globale du risque (*risk estimate*) par modèle multiplicatif. Selon les auteurs et les données disponibles, la méthode d'agrégation peut être pondérée (Fosse *et al.*, 2008) ou non (Ross et Sumner, 2002) et aboutir à une valeur unique (modèle déterministe) (Ross et Sumner, 2002), une moyenne associée à un écart-type, une médiane, un minimum et un maximum (Fosse *et al.*, 2008) ou encore une courbe de distribution obtenue par simulation de Monte-Carlo (modèle stochastique) et permettant de prendre en compte la variabilité et les incertitudes des données (Lammerding et Fazil, 2000 ; Hoornstra *et al.*, 2001) ;
- classement des dangers par ordre décroissant de niveau de risque global (Fosse *et al.*, 2008). Les notes des dangers ont, par ailleurs, pu être préalablement rapportées sur une échelle de 0 à 100 (Ross et Sumner, 2002).

Tout en suivant les étapes du Codex Alimentarius, Coburn *et al.* (2005) et Horigan *et al.* (2014) utilisent en revanche la même méthode, qualitative. A l'aide de données publiées et/ou d'avis d'experts, le niveau de risque associé à chaque couple « danger/denrée alimentaire » (ici viande de gibier, notamment tué à la chasse) est évalué sur une échelle nominale à 4 (Coburn *et al.*, 2005) ou 8 niveaux (Horigan *et al.*, 2014) après chaque étape de transformation du produit, de son abattage à sa consommation, avant d'aboutir à un niveau de risque final.

D'autres méthodes sont par ailleurs rapportées. Batz *et al.* (2004) utilisent une démarche également quantitative et stochastique qui, même si elle ne se compose pas des mêmes étapes que celles dictées par le Codex Alimentarius, évalue cependant les mêmes types de critères (incidence de la maladie, impacts de la maladie, proportion de cas d'origine alimentaire,...). Les couples « danger microbiologique/denrée alimentaire » sont ensuite classés par niveau décroissant de risque selon 5 domaines d'impacts sur la santé publique (nombre de cas/d'hospitalisation/de morts/pertes économiques/*quality-adjusted life years*). Cardoen *et al.* (2009) proposent, quant à eux, une méthode semi-quantitative permettant de hiérarchiser des dangers lorsque les données quantitatives sont manquantes ou leur qualité disparate. Cette méthode fait appel à l'avis d'un panel d'experts de disciplines différentes basant leur notation sur une synthèse bibliographique de chaque danger, transmise avant les séances de travail. Les dangers microbiologiques, ici dissociés de denrées alimentaires, sont évalués selon 5 critères notés de 0 à 4. Une moyenne et un intervalle de confiance sont ensuite calculés, par critère, pour chaque danger et une première note globale est calculée par modèle additif non pondérée des critères. Une pondération des différents critères est parallèlement réalisée par des gestionnaires du risque, permettant le calcul d'une nouvelle note. Les dangers sont ensuite présentés par ordre décroissant de niveau de risque et des groupes de priorité (haute

importance, importance significative, importance moyenne, importance faible) statistiquement différents sont déterminés.

I.C - Méthodes de hiérarchisation utilisées en santé animale

I.C.1 Méthodes utilisées en santé des animaux domestiques

Dans le domaine de la santé animale, les méthodes de hiérarchisation des maladies des animaux domestiques utilisées pour établir des priorités de surveillance, de gestion des risques et/ou de recherche sont des méthodes « d'aide à la décision multi-critères » (Mourits *et al.*, 2010 ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013 ; Brookes *et al.*, 2014a) ou apparentées (Anses, 2012b ; Discontools, 2012). Elles font appel à des avis d'experts (généralement plusieurs dizaines, plus de 400 dans le cas de la démarche internationale Discontools (2012)) de disciplines différentes et/ou des données issues de la littérature pour la détermination de la valeur des critères. Les modèles utilisés sont principalement semi-quantitatifs (Anses, 2012b ; Discontools, 2012 ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013) mais des auteurs rapportent également des méthodes quantitatives (Mourits *et al.*, 2010 ; Brookes *et al.*, 2014a).

Au sein des méthodes publiées, un certain nombre d'étapes successives sont retrouvées :

- établissement de la méthode par un groupe de travail « méthodologie » à partir d'une revue de démarches antérieures de hiérarchisation. Ainsi, par exemple, l'Anses (2012b) s'est notamment inspirée de méthodes élaborées pour l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE (phylum), 2010) et pour le Ministère de l'Agriculture et de l'Environnement du Royaume-Uni (DEFRA, 2010) ;
- identification des experts à solliciter. Ceux-ci peuvent alors être régulièrement réunis en séance présente (Anses, 2012b ; Discontools, 2012 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013) et/ou travailler à distance sur supports informatiques (Mourits *et al.*, 2010 ; Discontools, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Brookes *et al.*, 2014a) ;
- établissement de la liste des dangers à hiérarchiser. Celle-ci est établie par des experts à partir de leurs connaissances, de revues de la littérature (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013) et/ou de listes initialement proposées par les demandeurs de la hiérarchisation (i.e. les gestionnaires du risque) (Anses, 2012b ; Brookes *et al.*, 2014a). L'OIE ((phylum), 2010) propose à ce stade une catégorisation des maladies à hiérarchiser permettant de réaliser des hiérarchisations distinctes pour des maladies autochtones ou exotiques, endémiques ou épizootiques ;
- établissement des critères de hiérarchisation à partir d'avis d'experts et d'une revue de la littérature. Bien que le nombre de critères utilisés soient variables selon les auteurs (de 9 pour Brookes *et al.* (2014) à 57 pour Humblet *et al.* (2012)), les mêmes grands domaines (ou regroupements) de critères sont retrouvés : épidémiologie de la maladie, moyens de prévention/contrôle disponibles, impacts potentiels sur la santé publique et sur la santé animale. La perception sociétale est également prise en compte par certains auteurs (Mourits *et al.*, 2010 ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013) ainsi que les impacts sur la biodiversité (Anses, 2012b) ;
- en cas d'utilisation d'une méthode semi-quantitative, établissement de l'échelle de notation des différents critères par avis d'experts. Les échelles sont généralement différentes selon les critères (de 3 à 7 échelons par exemple) (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013) mais une échelle unique peut également être utilisée (5 échelons dans le cadre de Discontools (2012)). Ces échelles sont établies lors d'une session de travail dédiée et une définition précise est associée à

- chaque note afin de minimiser la variabilité d'interprétation entre experts. Les différentes modalités de note peuvent être établies à partir de données scientifiques issues de la littérature (« evidence-based ») (Humblet *et al.*, 2012) ;
- détermination des poids des critères au sein d'un même domaine et des poids des domaines entre eux. Cette étape peut être réalisée par des experts dédiés à cette tâche (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013) et/ou les gestionnaires du risque, demandeurs ou destinataires de la hiérarchisation peuvent être également impliqués (Mourits *et al.*, 2010 ; Anses, 2012b ; Brookes *et al.*, 2014a). Les valeurs des poids peuvent être déterminées par consensus d'experts et aboutir à une valeur unique (approche déterministe) (Anses, 2012b ; Discontools, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013) et/ou prendre en compte la variabilité d'avis par l'établissement de courbe de distribution (Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Brookes *et al.*, 2014a) ;
 - calcul de la note finale pour chaque danger par modèle multiplicatif et additif. Les valeurs des critères sont déterminées à partir d'informations disponibles dans la littérature (rapports, articles scientifiques) et/ou d'avis d'experts. Une valeur unique (modèle déterministe) peut être utilisée (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Discontools, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013 ; Brookes *et al.*, 2014a) aussi bien qu'une courbe de distribution (Mourits *et al.*, 2010) en fonction des données disponibles. La note finale est généralement présentée sous forme d'une valeur assortie d'un intervalle d'incertitude permettant d'exprimer la variabilité biologique et les incertitudes des données. En cas de critères et/ou de poids de critères évalués par des courbes de distribution, une simulation de Monte-Carlo (modèle stochastique) est alors généralement utilisée pour déterminer la note finale (Humblet *et al.*, 2012 ; Brookes *et al.*, 2014a) ;
 - classement des dangers par ordre décroissant de niveau de risque. L'Anses (2012b) propose par ailleurs un classement par filière animale de production, Del Rio Vilas *et al.* (2012) par domaine d'impact sur une échelle de 0 à 100 et Humblet *et al.* (2012) par groupes statistiquement différents ;
 - une analyse de sensibilité est enfin réalisée par certains auteurs en faisant varier les valeurs des critères ou les poids des critères et/ou des domaines (Mourits *et al.*, 2010 ; Cox *et al.*, 2013 ; Brookes *et al.*, 2014a).

1.C.2 Méthodes utilisées en santé des animaux sauvages

Concernant les agents biologiques portés spécifiquement par les animaux sauvages, peu de travaux de hiérarchisation ont été, à notre connaissance, publiés (McKenzie *et al.*, 2007 ; Tavernier *et al.*, 2011 ; Ciliberti *et al.*, 2014). Ceux-ci visent à identifier des agents biologiques à surveiller en priorité. Ils rapportent alors l'élaboration de méthode (McKenzie *et al.*, 2007 ; Ciliberti *et al.*, 2014) ou d'outil informatique (Tavernier *et al.*, 2011) et le résultat d'une hiérarchisation concernant des dangers ayant pour cibles les Ruminants domestiques et/ou la faune sauvage (Ciliberti *et al.*, 2014).

Ces études ont, en commun, une première étape d'élaboration d'une liste initiale d'agents biologiques à hiérarchiser (*hazard identification*). Celle-ci est élaborée à partir d'avis d'experts (Ciliberti *et al.*, 2014) et/ou de la liste OIE des maladies animales à déclaration obligatoire, d'une revue de la littérature concernant notamment les maladies de la faune sauvage émergentes (McKenzie *et al.*, 2007 ; Tavernier *et al.*, 2011), complétés d'agents mentionnés par le groupe de travail « Maladies de la faune sauvage » de l'OIE (Tavernier *et al.*, 2011) ou de zoonoses identifiées par les autorités sanitaires du pays (McKenzie *et al.*, 2007). Les catégories d'êtres vivants susceptibles d'être impactés et pris en compte pour l'appréciation des conséquences étaient similaires pour McKenzie *et al.* (2007) et Tavernier *et al.* (2011) (animaux de production, Homme *Homo sapiens*, animaux de compagnie, faune sauvage libre et/ou captive) alors que Ciliberti *et al.* (2014) ont restreint leur étude aux Ruminants domestiques, du fait des coûts majeurs de surveillance

et de contrôle de maladies infectieuses ces 15 dernières années chez ces animaux par rapport aux autres espèces d'animaux de production.

Ensuite les méthodes de hiérarchisation des agents biologiques, bien que toutes basées sur l'utilisation de plusieurs critères, peuvent différer.

McKenzie *et al.* (2007) et Tavernier *et al.* (2011) s'inspirent de la démarche d'analyse des risques (*risk analysis*, AR) à l'importation de l'OIE (OIE, 2013a). Les quatre étapes d'appréciation des risques (*risk assessment*) sont ainsi reprises : appréciation de l'émission (*release assessment*), appréciation de l'exposition (*exposure assessment*), appréciation des conséquences (*consequences assessment*) et estimation du risque (*risk estimation*). Une approche qualitative puis quantitative est proposée par Tavernier *et al.* (2011) alors que McKenzie *et al.* (2007) utilisent une approche semi-quantitative. Le nombre de critères et la manière de les noter diffèrent ensuite (32 critères regroupés en 6 domaines notés qualitativement (oui/non) ou quantitativement à partir de données de la littérature pour Tavernier *et al.* (2011) ; 3 critères notés suivant 4 à 6 échelons par un groupe d'experts en maladies de la faune sauvage pour McKenzie *et al.* (2007)). Alors qu'un classement final par niveau de risque décroissant établi par un modèle multiplicatif et additif pondéré est proposé par Tavernier *et al.* (2011), McKenzie *et al.* (2007) présentent tout d'abord des classements décroissants, obtenus par modèle multiplicatif non pondéré, par catégorie d'êtres vivants susceptibles d'être impactés et en distinguant les maladies exotiques et enzootiques. Un classement global pour trois catégories d'êtres vivants (animaux de production, Homme et faune sauvage libre) obtenu par modèle multiplicatif et additif non pondéré est enfin également présenté.

Ciliberti *et al.* (2014) utilisent, quant à eux, une méthode semi-quantitative de type « aide à la décision multi-critères » reposant sur deux étapes successives sollicitant, par e-mail, plusieurs dizaines d'experts de disciplines différentes (santé de la faune sauvage, anatomopathologie, microbiologie, épidémiologie des maladies animales et/ou santé publique) et répartis en Europe. La première étape repose sur la notation (0 à 2) de chaque agent biologique initialement listé selon un critère (regroupant les notions de bien-être animal, conservation d'espèces, impacts économiques ou sur la santé publique), permettant de sélectionner pour la deuxième étape les agents biologiques représentant *a priori* (*intuitive grading*) le plus de risques. Au cours de celle-ci, les agents ont été évalués selon 8 critères décrivant les caractéristiques épidémiologiques des maladies (échelle de 0 à 4) (ex. : présence de la maladie en Europe, mode de transmission, vitesse de diffusion, survie de l'agent dans l'environnement). Ces critères avaient été préalablement pondérés (0 à 10) par un groupe d'experts dédié. La note finale pour chaque agent biologique était enfin obtenue par modèle additif pondéré pour chaque expert puis addition des notes de chaque expert. Les agents biologiques dont la note finale était supérieure au 80^{ème} percentile de l'ensemble des notes étaient alors identifiés comme prioritaires pour la surveillance.

La revue bibliographique des différentes techniques de hiérarchisation des dangers en santé publique, en hygiène alimentaire et en santé animale que nous venons de présenter illustre la diversité d'approches selon les domaines d'application, les questions posées, les données et les moyens disponibles ainsi que l'expérience des meneurs de travail de hiérarchisation. Des grandes lignes communes à l'ensemble des méthodes peuvent cependant être identifiées et servir de cadre à l'élaboration d'une méthode applicable à notre sujet de hiérarchisation des dangers biologiques portés par l'avifaune sauvage en Europe.

I.D - Synthèse des techniques de hiérarchisation de dangers biologiques

Quelles que soient les méthodes de hiérarchisation présentées précédemment, elles comportent toutes trois étapes :

- l'identification des dangers à hiérarchiser avec détermination des critères d'inclusion et d'exclusion. Il peut alors être utile, en fonction des objectifs de l'étude, de réaliser des hiérarchisations distinctes pour des groupes de dangers, similaires sur certains points (localisation géographique, êtres vivants principalement visés,...) ;
- l'appréciation de la probabilité de survenue des dangers, déterminée par des combinaisons de divers critères permettant d'apprécier la probabilité d'émission des dangers (ex. : caractéristiques épidémiologiques des maladies) et la probabilité d'exposition des êtres vivants cibles (ex. : moyens de contrôle/de prévention) ;
- l'appréciation des conséquences, déterminée par des combinaisons de divers critères illustrant les différents impacts possibles (ex : malades, coûts économiques directs et indirects, perception sociétale).

En fonction du temps imparti pour l'étude et des données disponibles dans la littérature (ex. : revues scientifiques, rapports) pour renseigner les critères établis, la méthode peut alors être principalement semi-quantitative ou quantitative. Alors que dans le dernier cas, la hiérarchisation peut être réalisée par une équipe restreinte disposant du temps nécessaire au recueil de l'ensemble des informations, les méthodes semi-quantitatives font appel à des avis d'experts pour établir les échelles de notation et définir les modalités. Les méthodes qualitatives, même si elles sont peu rapportées dans la littérature pour hiérarchiser des dangers biologiques, ont également recours à des experts.

La pondération des critères et/ou des domaines de critères est ensuite souvent nécessaire pour prendre en compte les réalités biologiques et/ou les sources de préoccupation principales des décideurs. L'avis d'experts, impliquant ou non les gestionnaires du risque, est alors indiqué.

Pour les méthodes semi-quantitative et quantitative, l'équation (mode d'agrégation) permettant le calcul de la note de risque par danger est plus ou moins complexe selon les critères et leur nombre mais repose cependant sur des successions de produit et/ou d'addition. Ensuite, selon les données disponibles, chaque critère et/ou chaque poids peuvent être renseignés par une valeur unique, différents indicateurs statistiques (ex : médiane, minimum, maximum) ou une courbe de distribution illustrant la variabilité biologique et les incertitudes. Dans ce dernier cas, la résolution de l'équation finale demande alors l'utilisation d'outils informatiques pour concevoir des modèles stochastiques (ex. : simulation de Monte-Carlo).

Enfin, les résultats de hiérarchisation doivent être présentés pour répondre de manière la plus explicite possible à la question initiale (= objectif de la hiérarchisation) du demandeur (souvent décideur gestionnaire du risque). Ils sont généralement classés par ordre décroissant de niveau de risque mais des regroupements par catégories ou des représentations graphiques situant les dangers selon leur probabilité de survenue et leurs conséquences peuvent être également utiles.

II - Matériel et méthode

Avant de présenter les objectifs de notre étude ainsi que la méthode utilisée, il est nécessaire d'en décrire le cadre général ainsi que de définir certains termes utilisés dans la suite de nos travaux.

II.A - Cadre de l'étude

Ces travaux de hiérarchisation font suite à une demande du Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE) de l'Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique (Oniris). Le CVFSE est un centre de réhabilitation de la faune sauvage autochtone depuis 1985 mais également un centre d'études de la santé des écosystèmes des régions Bretagne et Pays de la Loire depuis une dizaine d'année. Les oiseaux sauvages sont les principaux animaux vertébrés admis et étudiés. Désireux d'exploiter de manière optimale ce matériel biologique à des fins d'épidémiologie descriptive (épidémiosurveillance ou études de prévalence), il apparaissait nécessaire à l'équipe scientifique du CVFSE d'identifier les agents biologiques les plus pertinents à étudier et chez quels oiseaux. Faisant partie intégrante de cette équipe, nos travaux correspondent donc à une auto-saisine du CVFSE. Le CVFSE ne possédant pas d'équipements permettant la réalisation d'analyses de laboratoire ni de compétences spécialisées en techniques de laboratoire (ex. : bactériologie, virologie), aucun conflit d'intérêt n'est susceptible d'altérer l'objectivité de la hiérarchisation d'agents biologiques réalisée ici.

II.B - Définitions

II.B.1 Danger biologique

Le terme « danger biologique » correspond ici à :

- tout agent biologique (bactérien dont les toxines, viral, parasitaire, fongique),
- présent actuellement en Europe ou exotique,
- connu pour être porté par les espèces d'oiseaux sauvages recensées en Europe,
- s'exprimant cliniquement sous forme épizootique, ou anazootique, chez les animaux sauvages,
- et/ou s'exprimant cliniquement sous forme épizootique chez les animaux domestiques,
- et/ou s'exprimant cliniquement sous forme zoonotique.

Sont inclus les agents biologiques pouvant être portés de manière asymptomatique par les oiseaux sauvages dans les situations suivantes :

- infection ou infestation asymptomatique (espèce réceptive non sensible),
- portage passif interne dans le tube digestif,
- portage d'ectoparasites hématophages porteurs de l'agent, sans infection obligatoire de l'hôte (espèce non réceptive).

Est, en revanche, exclu le portage passif, mécanique, d'un agent biologique par les phanères (ex. : *Batrachochytrium dendrobatidis*, agent responsable de la Chytridiomycose des Amphibiens et pouvant être portés par les oiseaux sauvages sur leur plumage (Daszak *et al.*, 1999)).

II.B.2 Avifaune sauvage/oiseaux sauvages

Les termes « avifaune sauvage » et « oiseaux sauvages » sont employés l'un pour l'autre et englobent ici toutes les espèces d'oiseaux sauvages nicheuses ou migratrices d'Europe, libres dans le milieu naturel, recensées dans l'ouvrage « *Le guide ornitho 3^{ème} Edition, Edition Delachaux & Niestle* » (2014) et disponibles également sur le site Oiseaux.net (2014).

Sont exclues toutes les espèces d'oiseaux exotiques ou d'ornements détenues en captivité en parcs zoologiques ou dans des collections privées et pouvant faire l'objet d'échanges commerciaux ou entre structures de présentation au public.

II.B.3 Cible

Le terme « cible » est utilisé pour désigner les espèces de vertébrés du Règne Animal réceptives et sensibles aux dangers biologiques étudiés.

Trois catégories de cible sont considérées ici :

- les principales espèces d'animaux domestiques² de production (bovins, ovins, caprins, Equidae, Suidae, volailles et lapins),
- l'Homme *Homo sapiens*,
- les animaux sauvages.

Le terme « animaux sauvages » fait référence à toutes les espèces de vertébrés sauvages terrestres (Mammifères, Oiseaux, Reptiles) ainsi qu'aux espèces d'Amphibiens, présentes libres dans le milieu naturel en Europe recensées respectivement dans les ouvrages « *Mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, Edition Delachaux & Niestle* » (2013) ; « *Le guide ornitho 3^{ème} Edition, Edition Delachaux & Niestle* » (2014) et « *Le guide herpéto, Edition Delachaux & Niestle* » (2010). Sont incluses toutes les espèces d'animaux sauvages pouvant être admises en centres de réhabilitation et détenues de ce fait temporairement en captivité en Europe. Sont, en revanche, exclues toutes les espèces d'animaux exotiques détenues en captivité en parcs zoologiques ou dans des collections privées.

II.C - Objectifs

II.C.1 Objectifs scientifiques

Notre étude comporte ici deux objectifs scientifiques :

- identifier, parmi les dangers biologiques et les ordres d'oiseaux sauvages connus, les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » pour lesquels une détermination de leur niveau de risque pour l'une et/ou l'autre des cibles en Europe est nécessaire (OS1),
- déterminer, pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionné, le niveau de risque pour l'une et/ou l'autre des cibles en Europe (OS2).

² telles que définis dans l'Arrêté du 11 Août 2006 du Journal Officiel de la République Française.

II.C.2 Objectifs opérationnels

Les résultats de cette étude nous permettront d'atteindre trois objectifs opérationnels :

- identifier les dangers biologiques, et les ordres d'oiseaux sauvages porteurs associés, à surveiller en priorité (actions de surveillance épidémiologique événementielle et/ou programmée) d'ici 2020 pour prévenir leur transmission aux animaux domestiques, à l'Homme ou aux animaux sauvages (cibles) (objectif OO1).

Des travaux de hiérarchisation ont été menés récemment en France par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)³ ou à l'échelle européenne par les projets « Novel Technologies for Surveillance of Emerging and Re-emerging Infections of Wildlife » (WildTech, 2010) et « Harmonised Approaches in monitoring wildlife Population health, And Ecology and Abundance » (APHAEA, 2014) afin d'identifier également les agents biologiques à surveiller en priorité respectivement chez les animaux domestiques et les mammifères sauvages principalement. En apportant des informations concernant les oiseaux sauvages, nos travaux pourront alors être utiles ultérieurement à la communauté scientifique et de gestionnaires de risques en Europe.

- pour chaque danger biologique, hiérarchiser par ordre décroissant de niveau de risque pour l'une et/ou l'autre des cibles en Europe, les ordres d'oiseaux sauvages associés.

Cet objectif (OO2) permettra d'apporter des réponses concrètes aux vétérinaires et/ou aux épidémiologistes européens dans le cadre d'investigation d'événements sanitaires chez l'une et/ou l'autre des cibles dont les oiseaux sauvages pourraient en être l'origine ou pourraient participer à leur entretien et/ou leur diffusion.

- pour chaque ordre d'oiseaux sauvages, hiérarchiser par ordre décroissant de niveau de risque pour l'une et/ou l'autre des cibles en Europe, les dangers biologiques associés.

Cet objectif (OO3) permettra d'apporter des réponses concrètes aux scientifiques européens ayant l'opportunité d'accès à des oiseaux sauvages et désireux de participer à l'amélioration des connaissances concernant la circulation de dangers biologiques à enjeux économiques, de santé publique et/ou de conservation de la biodiversité.

En fonction des cibles concernées, les demandes pourront alors être précisées auprès des sources de financement potentielles pour les programmes de surveillance des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » prioritaires et/ou pour des études spécifiques ponctuelles. En effet, à l'issue de nos travaux de hiérarchisation, des éventuels manques de connaissances ou des incertitudes concernant l'épidémiologie des maladies de l'avifaune sauvage, qu'il serait nécessaire de combler ou d'éclaircir, auront également pu être mis en évidence.

³ saisines n°« 2008-SA-0390 » sur « la hiérarchisation d'agents pathogènes exotiques » (Anses, 2012a), n°« 2010-SA-0280 » sur « la hiérarchisation des maladies animales présentes en France » (Anses, 2012b) et n°« 2013-SA-0049 » en cours sur « la hiérarchisation des dangers sanitaires exotiques ou présents en France métropolitaine chez l'Abeille domestique, les chiens et les chats, les poissons d'élevage, les crustacés d'élevage et les mollusques d'élevage ».

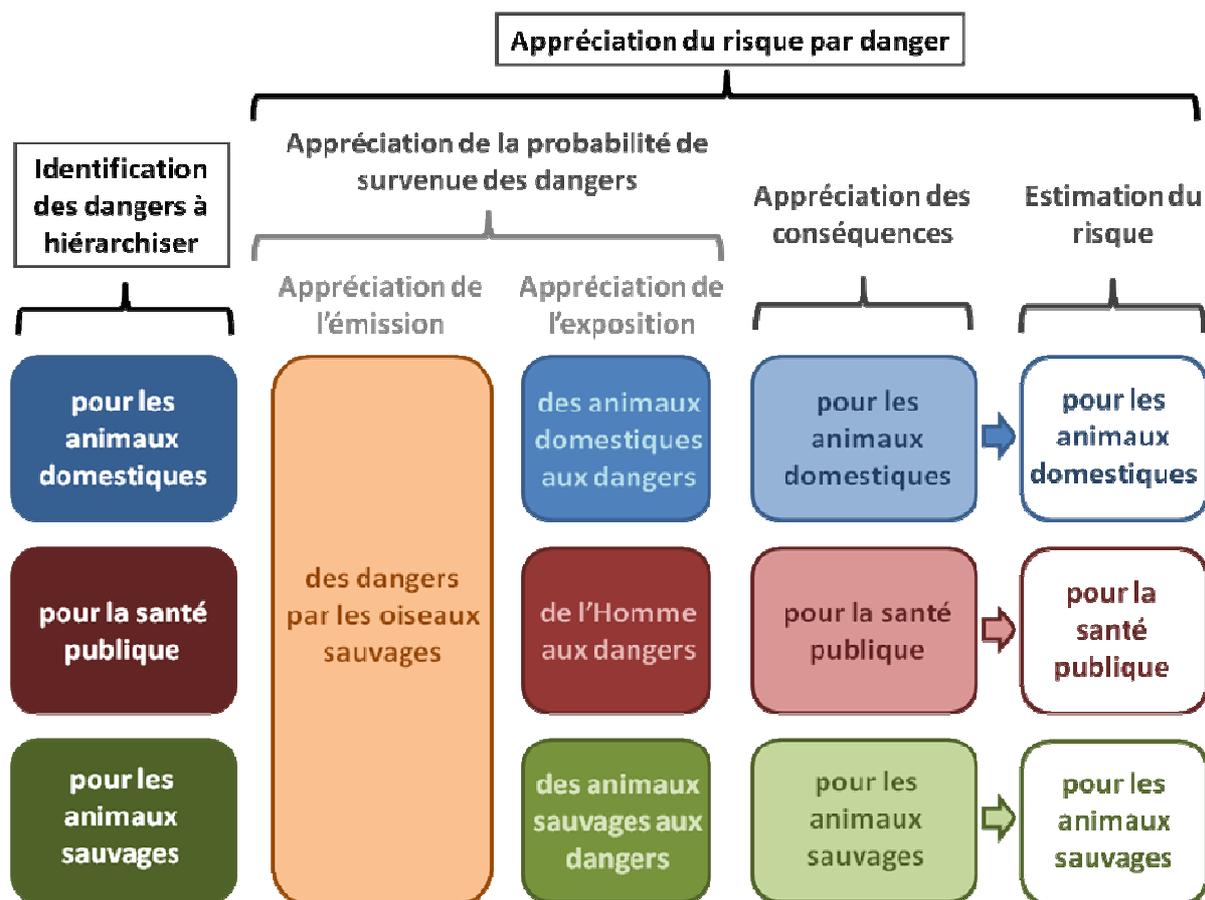


Figure 2 Schéma de la méthode utilisée pour déterminer les niveaux de risque pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » et pour chaque cible (d'après les deux premières étapes (encadrées) de l'analyse de risques de l'OIE (2013a))

II.D - Contraintes de l'étude et choix de la méthode

Compte-tenu du fait que :

- nous ne disposons que de quelques mois pour réaliser nos travaux de hiérarchisation ;
- les données épidémiologiques publiées concernant les maladies de la faune sauvage sont moins précises et moins nombreuses que les données concernant la santé publique, la santé des animaux domestiques ou la qualité microbiologique des aliments ;

nous avons opté pour une méthode qualitative faisant appel à l'avis d'experts.

- nous réalisons pour la première fois une hiérarchisation de dangers ;
- nous souhaitons pouvoir communiquer facilement nos résultats de manière distincte auprès des gestionnaires du risque des trois catégories de cibles indépendamment ;

nous avons choisi d'utiliser une méthode basée sur les deux premières étapes de l'analyse des risques (AR) à l'importation de l'OIE (OIE, 2013a) :

- identification des dangers,
- appréciation du risque regroupant « appréciation de l'émission », « appréciation de l'exposition », « appréciation des conséquences » et « estimation du risque » pour chaque danger identifié,

et de réaliser trois études distinctes correspondantes à chaque cible (cf. Figure 2). Pour chacune d'entre elles, le niveau de risque de chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionné est alors déterminé.

Les couples sont ensuite hiérarchisés et regroupés par niveau de risque identique, par danger biologique ou par ordre d'oiseaux sauvages pour répondre aux objectifs opérationnels.

- nous disposons de moyens limités ne nous permettant pas d'organiser des séances de travail de groupe d'experts extérieurs à Oniris ;

nous avons recueilli l'avis des experts à l'aide d'enquêtes réalisées en ligne (cf. infra).

Le choix définitif de la méthode a été validé lors d'une réunion de travail avec des experts en santé animale et/ou en hiérarchisation de l'UMR1300 Oniris-Inra Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale. Nous avons, par ailleurs, eu l'opportunité d'échanger sur notre méthode lors d'une présentation faite à l'atelier « Prioritisation: principles and applications in health settings » précédant la 2nd *International Conference on Animal Health Surveillance* le 06 Mai 2014 à la Havane (Cuba).

Tableau 2 Sources, critères d'inclusion et d'exclusion des dangers biologiques permettant leur sélection pour la hiérarchisation

Cible		Animaux domestiques*	Homme	Animaux sauvages
Inclusion des dangers	Liste initiale	<ul style="list-style-type: none"> - liste des affections à déclaration obligatoire de l'OIE (OIE, 2013b) - liste des dangers sanitaires de 1^{ère} et 2^{ème} catégories (Arrêté du 29 Juillet 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> - liste des maladies transmissibles de l'ECDC (ECDC, 2013a) - liste des 31 maladies à déclaration obligatoire en France (InVS, 2013a) - liste des zoonoses du Parlement Européen (Directive 2003/99/CE) 	<ul style="list-style-type: none"> - agents de la liste des « Maladies de la faune sauvage » établie par le groupe de travail dédié de l'OIE (OIE, 2013c) - liste des agents émergents chez la faune sauvage européenne publiée par Duff, Meredith <i>et al.</i> (2012c) - liste des agents d'importance pour la conservation d'espèces publiée par Duff, Meredith <i>et al.</i> (2012d)
	Listes additionnelles	<ul style="list-style-type: none"> - agents de la liste des « Maladies de la faune sauvage » établie par le groupe de travail dédié de l'OIE (OIE, 2013c) - liste des agents pathogènes de la faune sauvage pouvant avoir une importance socio-économique publiée par Duff, Meredith <i>et al.</i> (2012a) 	<ul style="list-style-type: none"> - agents à potentiel zoonotique de la liste des affections à déclaration obligatoire de l'OIE (OIE, 2013b) - agents de la liste des « Maladies de la faune sauvage » établie par le groupe de travail dédié de l'OIE (OIE, 2013c) - liste des agents pathogènes de la faune sauvage à potentiel zoonotique publiée par Duff, Meredith <i>et al.</i> (2012b) 	<ul style="list-style-type: none"> - agents à répercussion sur la santé de la faune sauvage de la liste des affections à déclaration obligatoire de l'OIE (OIE, 2013b) - agents à répercussion sur la santé de la faune sauvage de la liste des affections des animaux aquatiques à déclaration obligatoire de l'OIE (OIE, 2013e)
Exclusion de dangers		<ul style="list-style-type: none"> - non responsables d'expression clinique de maladie chez la cible - responsables de maladies principalement d'importance zoonotique - ne représentant pas de risque pour la cible - situés actuellement hors des voies principales de migration des oiseaux sauvages ou portés par une espèce non présente sur le territoire européen (BirdLife 2014a, b ; WAHID, 2014a) 	<ul style="list-style-type: none"> - non biologiques - ne représentant pas de risque pour la cible - situés actuellement hors des voies principales de migration des oiseaux sauvages (BirdLife 2014a, b et recherche bibliographique pour chaque agent) 	<ul style="list-style-type: none"> - non responsables d'expression clinique chez la cible - responsables de maladies principalement d'importance zoonotique et/ou pour les animaux domestiques - ne représentant pas de risque pour la cible - situés actuellement hors des voies principales de migration des oiseaux sauvages (BirdLife 2014a, b et recherche bibliographique pour chaque agent)
Regroupement de dangers		<ul style="list-style-type: none"> - en cas d'espèces ou de genres d'agents étiologiques d'affections, communs 	<ul style="list-style-type: none"> - présentant des modes de transmission ou des expressions cliniques similaires 	<ul style="list-style-type: none"> - en cas d'espèces ou de genres d'agents étiologiques d'affections, communs

* principales espèces de production : bovins, ovins, caprins, Equidae, Suidae, volailles et lapins

II.E - Identification des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser

L'identification des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser (objectif scientifique OS1) a été réalisé grâce à trois étapes successives. Dans un premier temps, une revue de la littérature et la détermination de critères d'inclusion et d'exclusion nous a permis d'établir 3 listes de dangers biologiques connus pour pouvoir être portés par les oiseaux sauvages (niveau du taxon Classe), une par catégorie d'êtres vivants cibles. Pour chaque danger, des précisions concernant les principaux oiseaux sauvages porteurs ont ensuite été recherchées, également par revue bibliographique, afin d'élaborer une liste de couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages porteurs » à hiérarchiser. Cette liste a enfin été soumise à avis et validation auprès d'experts en maladies de la faune sauvage.

II.E.1 Sélection des dangers biologiques pour les cibles

Pour chaque cible, la même démarche a été utilisée pour aboutir à une liste finale de dangers biologiques (*cf.* Tableau 2).

Des listes initiales de dangers ont tout d'abord été élaborées à partir d'informations de synthèse disponibles auprès des autorités sanitaires respectivement compétentes. Pour les dangers concernant la santé publique (cible Homme), des maladies, zoonoses ou affections, mentionnées dans les listes officielles, correspondaient à des regroupements de virus ayant des caractéristiques de transmission ou d'expression clinique communes. Les principaux agents biologiques de ces affections, identifiés comme pouvant être portés par les oiseaux sauvages dans les ouvrages « *Infectious Diseases of Wild Birds 1st Edition* » (2007) et/ou « *Infectious Diseases of Wild Mammals and Birds in Europe* » (IDWMB) (2012), ont alors été seulement retenus.

Des dangers identifiés d'importance par d'autres sources pour l'une et/ou l'autre des cibles ont ensuite été ajoutés aux listes initiales.

Des dangers ont été ensuite exclus selon plusieurs critères.

Ils ont été exclus s'ils n'étaient pas responsables d'expression clinique de maladie chez les espèces cibles réceptives ou s'ils n'étaient pas biologiques.

Des dangers ont été également exclus s'ils ne représentaient pas (ou peu) de risque pour l'une ou l'autre des cibles. Pour être qualifié de « risque », un danger biologique devait tout d'abord être reconnu comme pouvant être porté par les oiseaux sauvages dans la littérature disponible au 1^{er} Janvier 2014. Le mode de transmission éventuelle à partir des oiseaux sauvages devait ensuite être compatible avec le(s) mode(s) de contamination classiquement connu(s) des cibles. Pour les animaux domestiques, les modes retenus étaient ceux mentionnés dans le « *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres* » de l'OIE (OIE, 2013d) ; pour l'Homme, ceux mentionnés dans le « *Dictionnaire des termes de médecine* » (Garnier *et al.*, 2002), le « *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres de l'OIE* » (OIE, 2013d) et/ou le chapitre Zoonose du « *Manuel Vétérinaire Merck* » (Amstutz *et al.*, 2002) ; et pour les animaux sauvages, ceux mentionné(s) dans le « *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres* » de l'OIE (OIE, 2013d) et/ou dans les monographies d'agents de l'IDWMB, des ouvrages « *Infectious Diseases of Wild Birds 1st Edition* » (2007), « *Parasitic Diseases of Wild Birds 1st Edition* » (2008), « *Infectious Diseases of Wild Mammals 3rd Edition* » (2001) et/ou « *Parasitic Diseases of Wild Mammals 2nd Edition* » (2001). Pour les animaux sauvages, les espèces principalement sensibles devaient par ailleurs appartenir aux espèces sauvages d'Europe.

Des dangers ont été finalement exclus s'ils se situaient actuellement hors des voies principales de migration des oiseaux sauvages européens ou s'ils étaient portés par une espèce d'oiseaux sauvages non présente sur le territoire européen. Chaque danger biologique a ainsi été décrit qualitativement du point de vue des caractéristiques épidémiologiques suivantes : localisation géographique actuelle et date de dernière notification à partir d'informations disponibles dans la base de données de l'OIE (WAHID, 2014a). Leur positionnement par rapport aux voies de migration des oiseaux sauvages européens publiés par BirdLife International (2014a, b) et/ou dans des ouvrages spécialisés a ensuite été évalué.

Enfin, dans le but de réduire le nombre de dangers biologiques à hiérarchiser dans chaque liste, des affections nommées distinctement dans les listes mais dues à un même genre ou une même espèce d'agent étiologique (cibles animaux domestiques ou animaux sauvages) ou présentant des modes de transmission ou des expressions cliniques similaires (Homme) ont été regroupées sous le nom de(s) l'agent étiologique(s). Par la suite, seuls les noms des agents étiologiques ont été utilisés.

II.E.2 Détermination des oiseaux sauvages à étudier

Pour chaque danger sélectionné précédemment, une recherche bibliographique a été réalisée dans des ouvrages spécialisés ainsi que des articles de synthèse afin d'identifier les principales espèces, familles ou ordres d'oiseaux sauvages rapportés comme pouvant en être porteurs.

Le taxon retenu pour catégoriser les espèces/familles/ordres d'oiseaux sauvages cités a été celui de l'Ordre (ex. : Passeriformes, Strigiformes). La classification utilisée était celle actualisée en Juillet 2014 par BirdLife International (2014c) et l'International Ornithologists' Union (IOC, 2014) (cf. Annexe 1).

Ensuite, seuls les cinq ordres (maximum) les plus fréquemment rapportés dans la littérature consultée comme associés à un danger ont été retenus.

II.E.3. Validation de la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser

Afin de valider la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages », nous avons sollicité l'avis d'un panel international d'experts en épidémiologie des maladies des oiseaux sauvages en général. Ces personnes ont été identifiées à partir de leurs publications (ouvrages scientifiques et revues à comité de lecture) et/ou par recommandation par des pairs.

Pour récolter leurs avis, une enquête (A0) a été élaborée à l'aide de la version « Plus » payante du logiciel de sondage en ligne SurveyMonkey® (<https://fr.surveymonkey.com/>) et en langue anglaise. Un courriel d'invitation précisant l'objectif de notre requête et les invitant à participer via un lien hypertexte leur a ensuite été envoyé sur leur messagerie professionnelle (cf. Annexe 2).

Il était alors demandé à chaque expert pour chaque couple mentionné de cocher si le couple nécessitait d'être pris en compte (« main concern ») ou non (« less concern ») pour la suite de la hiérarchisation ou si ils ne savaient pas (« don't know ») (réponses fermées) (cf. Annexe 3). Il leur était également demandé de préciser s'ils se considéraient comme spécialistes de couples listés et d'indiquer d'éventuels couples supplémentaires à prendre en considération (réponses ouvertes).

Enfin, des informations concernant leur nombre d'années d'expérience dans le domaine ainsi que leur origine géographique ont également été recueillies. Les experts avaient également la possibilité de laisser un commentaire général concernant l'enquête.

Cinq semaines ont été consacrées au recueil de l'ensemble des données produites par les experts. Une relance pour participer à l'enquête a été envoyée 15 jours après le premier courriel d'invitation (*cf.* Annexe 2 bis).

Les données collectées ont ensuite été exploitées selon la méthode présentée dans l'Encadré 1 ci-dessous.

Encadré 1 Méthode utilisée pour l'exploitation des données issues de l'enquête A0 permettant la validation de la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser

- l'avis d'un spécialiste concernant un couple donné impose la réponse du panel d'experts quelles que soient les réponses des autres experts ;
- un couple est ensuite exclu uniquement si la majorité des experts a répondu « less concern » ;
- un couple rajouté par les experts est conservé pour la suite de la hiérarchisation s'il concerne un ordre d'oiseaux sauvages présents en Europe (*cf.* Annexe 1).

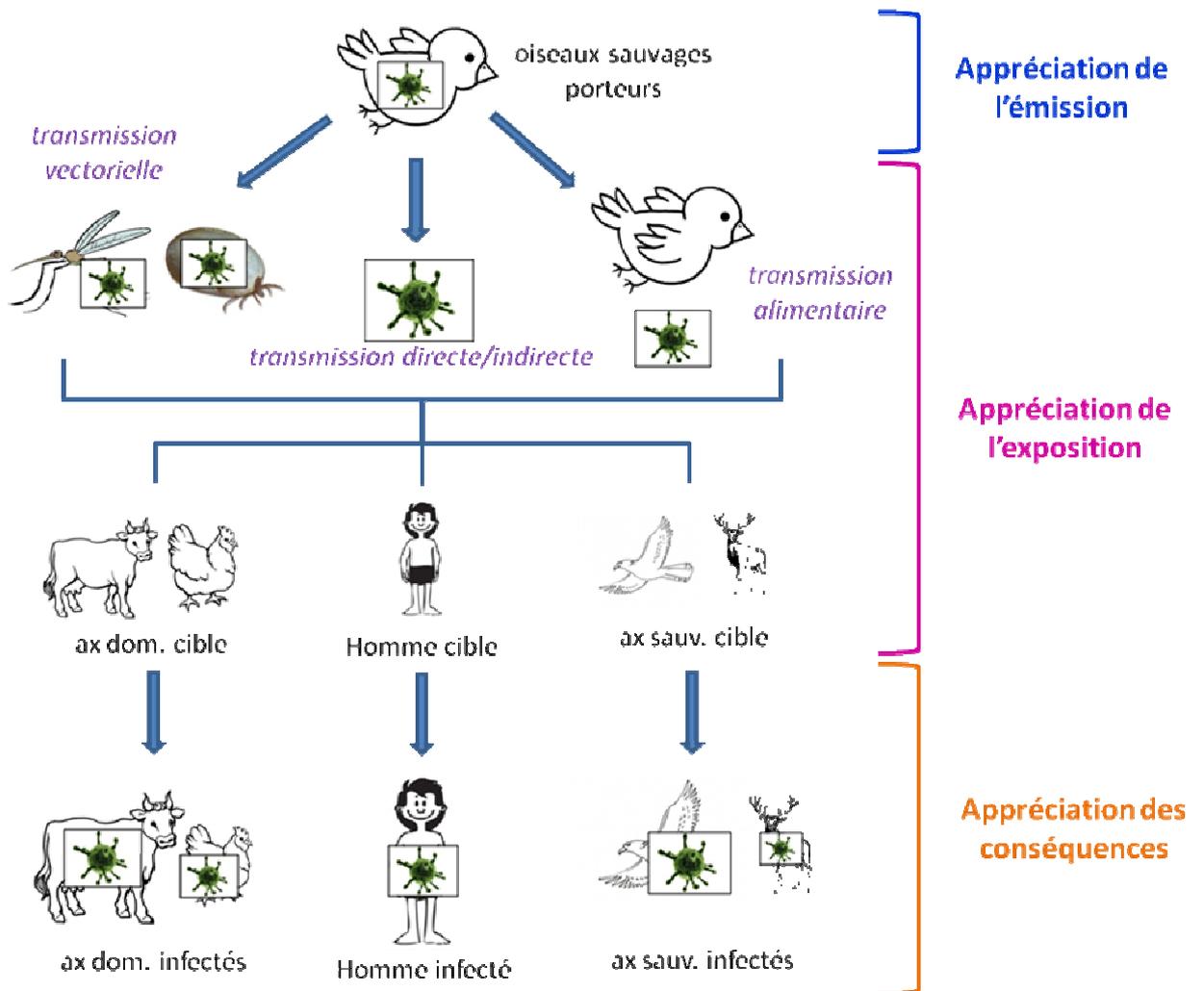


Figure 3 Schéma conceptuel illustrant les voies de contamination d'êtres vivants cibles (animaux domestiques, Homme, animaux sauvages) par un danger biologique () porté par les oiseaux sauvages et les étapes de l'appréciation de risque associées

Légende : ax dom. = animaux domestiques ; ax sauv. = animaux sauvages

II.F - Appréciation des risques biologiques associés aux oiseaux sauvages

L'appréciation des risques biologiques associés aux oiseaux sauvages (objectif scientifique OS2) a été réalisée pour chaque couple sélectionné suivant le schéma présenté ci-contre (cf. Figure 3) et grâce à 4 étapes successives. La première a consisté à évaluer l'émission dans le milieu extérieur des dangers biologiques portés par les ordres d'oiseaux sauvages. Au cours de la seconde étape, nous avons évalué l'exposition des trois cibles d'intérêt (animaux domestiques, Homme, animaux sauvages) aux dangers biologiques par l'intermédiaire des oiseaux sauvages porteurs. Ensuite, les conséquences d'une infection des cibles par les dangers biologiques ont été évaluées pour chaque cible distinctement. Chacune de ces trois étapes a été évaluée à l'aide de différents critères. Le risque final pour la santé de l'une ou l'autre des trois cibles, représenté par chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages », a été estimé lors de la quatrième étape. Afin d'éviter des redites, la méthode de détermination de la réponse du panel d'experts de chaque couple pour chaque critère ainsi que leur mode d'agrégation sont présentés dans le paragraphe consacré à l'estimation du risque.

II.F.1 Appréciation de l'émission des dangers biologiques par les oiseaux sauvages

L'émission des dangers biologiques a été appréciée pour chaque ordre d'oiseaux sauvages associé à l'aide de deux critères : interaction des dangers avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissance ; et distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe.

- a. Critère A1 : interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissances

A travers le critère A1, nous avons abordé les caractéristiques épidémiologiques de chaque danger biologique chez chaque ordre étudié en évaluant le niveau d'interaction entre l'agent biologique et son hôte naturel (ex. : portage mécanique ou réservoir). Nous avons par ailleurs cherché à évaluer le degré de manque de connaissances concernant chaque couple. Quatre niveaux ont alors été déterminés pour ce critère, regroupant ces deux notions (cf. Tableau 3).

Tableau 3 Définitions des niveaux du critère A1 tels que formulés dans l'enquête dédiée

Niveau	Définition
Criterion A1 - Interaction between hazard and wild bird order and need for knowledge	
confirmed weak	Weak interaction between the selected hazard and the selected wild bird order (e.g. wild bird as mechanical carrier or as carrier of infected hematophagous ectoparasites; low prevalence of infection) and limited need of more knowledge. An example would be the pair <i>Bacillus anthracis</i> /Accipitriformes.
suspected weak	Probably weak interaction between the selected hazard and the selected wild bird order but need of more knowledge to confirm this presumption.
confirmed strong	Strong interaction between the selected hazard and the selected wild bird order (e.g. wild bird as biological carrier, as reservoir; high prevalence of infection) but still interesting to get more knowledge. An example would be the pair <i>West-Nile virus</i> /Passeriformes.
suspected strong	Probably strong interaction between the selected hazard and the selected wild bird order but need of more knowledge to confirm this presumption.

Tableau 4 Définitions des niveaux du critère A2 tels que formulés dans l'enquête dédiée

Niveau	Définition
Criterion A2 - Spatio-temporal distribution of European wild bird orders	
limited	Order includes less than 10 species whose natural European distribution is geographically limited and/or restricted to some specific habitat areas. Examples would be the orders Phoenicopteriformes or Otidiformes.
moderate	Order includes less than 10 species, mainly migratory, naturally distributed over more than half of the European territory. Examples would be the orders Apodiformes or Cuculiformes.
wide	Order includes tens of species (less than 50), resident in Europe and/or migratory, naturally distributed over more than half of the European territory or linked to a geographically wide specific habitat. Examples would be the orders Strigiformes or Columbiformes.
very wide	Order includes more than 50 species, resident in Europe and/or migratory, naturally distributed all over the European territory. An example would be the order Passeriformes.

Tableau 5 Définitions des niveaux du critère B1 tels que formulés dans l'enquête dédiée

Niveau	Définitions
Criterion B1 - Survival of the hazard in the environment and/or in arthropod vectors	
low	Hours to some days; hazard transmitted directly to susceptible organism. Examples would be the hazards <i>Herpesvirus</i> or <i>Pasteurella multocida</i> .
good	Few months (approximately one season); hazard transmitted mainly directly to susceptible organism but indirect transmission can occur. Examples would be the hazards <i>Avian Influenza virus</i> or <i>Salmonella enterica</i> .
very good	Several seasons to a few years; hazard transmitted directly and/or indirectly to susceptible organism. Examples would be the hazards <i>Avipoxvirus</i> or <i>Coxiella burnetii</i> .
extreme	Many years; hazards transmitted mainly indirectly to susceptible organism. Examples would be the hazards <i>Cryptosporidium parvum</i> or <i>Bacillus anthracis</i> .

b. Critère A2 : distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe

A travers le critère A2, nous avons appréhendé la capacité de diffusion d'agents biologiques par les oiseaux sauvages grâce à l'évaluation de leur distribution spatio-temporelle. Quatre niveaux ont été déterminés pour ce critère (cf. Tableau 4).

II.F.2 Appréciation de l'exposition des cibles aux dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages

L'exposition des cibles aux dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages a été appréciée pour chaque cible, concernée par les couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » correspondants, à l'aide de deux critères : survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs et transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à la cible.

a. Critère B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs

L'objectif du critère B1 était d'évaluer la capacité d'un danger biologique à survivre, après émission par les oiseaux sauvages dans le milieu extérieur, dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs hôtes le cas échéant. Quatre niveaux ont été déterminés pour ce critère (cf. Tableau 5).

b. Critère B2 : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à la cible

La transmission des dangers biologiques à l'une ou l'autre des 3 cibles a été évaluée pour chaque ordre d'oiseaux sauvages associés. En effet, un même danger porté par des ordres différents pouvait avoir un niveau de transmission différent selon le niveau de contacts entretenus entre la cible et les ordres d'oiseaux sauvages. Quatre niveaux ont été déterminés pour ce critère B2 pour chacune des 3 cibles (12 définitions) (cf. Tableau 6). Pour certaines cibles ou lorsqu'un danger impliquait pour sa transmission un arthropode vecteur, nous nous sommes inspiré de niveaux utilisés dans des études antérieures (Siembieda *et al.*, 2008 ; Ciliberti *et al.*, 2014).

II.F.3 Appréciation des conséquences de l'infection des cibles par les dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages

Les conséquences de l'infection des cibles par les dangers biologiques portés par les oiseaux sauvages ont été évaluées pour chacune des trois cibles distinctement à l'aide de deux critères : incidence de l'infection chez la population cible en Europe et sévérité, coûts de la maladie chez la population cible et préoccupation sociétale.

a. Critère C1 : incidence de l'infection chez la population cible en Europe

L'incidence de l'infection chez la population cible en Europe a été évaluée à l'aide du critère C1 pour chaque danger et chaque cible concernée. En effet, un danger pouvait avoir ou non des conséquences sur plusieurs cibles. Quatre niveaux ont été déterminés pour chacune des 3 cibles (12 définitions) (cf. Tableau 7).

Tableau 6 Définitions des niveaux du critère B2 en fonction des cibles, tels que formulés dans l’enquête dédiée

Niveau		Définitions		
Criterion B2 - Hazard transmission from European wild birds to the target				
Target	B2AH - Domestic animals	B2PH - Human population	B2WH - Wild animals	
very limited	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to a sub-category of one farm animal species (e.g. pig outdoor keeping). An example would be Passeriformes/ <i>Transmissible gastroenteritis virus</i> .	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order very occasional (e.g. in case of ecological, like oil spills, or sanitary crisis). An example would be Procellariiformes/ <i>Chlamydia psittaci</i> .	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to wild birds from one species, or not more than one family, naturally distributed in restricted areas in Europe. An example would be Galliformes/ <i>Louping Ill virus</i> .	
limited	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to one farm animal species and/or transmission to one farm animal species by a vector species occurring over a limited home range and/or by a vector species active during a limited time of the year. An example would be Galliformes/ <i>Louping Ill virus</i> .	“very limited” level + transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to people who use to have direct contact (including dietary intake) with wild birds (e.g. hunters, banders, wildlife rescue center staffs, environmental officers). An example would be Galliformes/ <i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i> .	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to wild birds from families of the same Order, resident in Europe and/or migratory and naturally distributed over more than half of the European territory. An example would be Passeriformes/ <i>Suttonella ornithicola</i> .	
wide	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to 2-3 farm animal species and/or transmission to 2-3 farm animal species by a vector species occurring over a limited home range and/or by a vector species active during a limited time of the year. An example would be Anseriformes/ <i>Salmonella enterica</i> .	“limited” level + transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to people who use to live in rural environment and are susceptible to have indirect contact with wild birds (e.g. farmers, fishermen, outdoor hobbies) and/or transmission by a vector species occurring over a limited home range and/or by a vector species active during a limited time of the year. An example would be Anseriformes/ <i>Salmonella enterica</i> .	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to wild birds from several Orders, resident in Europe and/or migratory and naturally distributed over more than half of the European territory and/or transmission by a vector species occurring over a limited home range and/or by a vector species active during a limited time of the year. An example would be Passeriformes/ <i>West-Nile virus</i> .	
very wide	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to many (more than 3) farm animal species and/or transmission by a vector species occurring over a large home range and/or by a vector species active all year round. An example would be Columbiformes/ <i>Salmonella enterica</i> .	“wide” level + transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to most of the European population and/or transmission by a vector species occurring over a large home range and/or by a vector species active all year round. An example would be Columbiformes/ <i>Chlamydia psittaci</i> .	Transmission, actual or potential, of the hazard from the associated bird order to wild animals from different Classes, naturally distributed all over the European territory and/or transmission by a vector species occurring over a large home range and/or by a vector species active all year round. An example would be Columbiformes/ <i>Yersinia enterocolitica, pseudotuberculosis</i> .	

Tableau 7 Définitions des niveaux du critère C1 en fonction des cibles, tels que formulés dans l'enquête dédiée

Niveau		Définitions		
C1 - Hazard incidence in target population in Europe				
Target	C1AH - Domestic animals	C1PH - Human population	C1WH - Wild animals	
rare	Infection, involving mostly one farm animal species and/or controlled by an extended effective vaccination program. An example would be <i>Duck virus hepatitis</i> .	Infection, involving mostly frail people (young, old, pregnant, immunodeficient) and/or people having close contact with sick or dead animals. An example would be <i>highly pathogenic Avian Influenza virus</i> .	Infection, involving sporadically some individuals and/or small populations of wild animals. An example would be <i>Louping ill virus</i> .	
uncommon	Infection that might involve animals from some (2-3) farm species and/or controlled by effective vaccination programs. An example would be e.g. <i>Babesia</i> spp.	Infection that might involve all socio-demographic groups when associated with high risky activities (e.g. unsafe water and/or poorly washed vegetables consumption, contact with sick or dead animals). An example would be <i>Toxoplasma gondii</i> .	Infection that might involve animals from some (2-3) orders and occurring on less than half of the European territory all year round or seasonally. An example would be <i>Sindbis virus</i> .	
common	Infection, that might involve animals from some (2-3) farm species, occurring mainly in some European countries with either no or few vaccination policies or with the ability to transmit between fam animals. An example would be <i>Coxiella burnetii</i> .	Infection that might involve all socio-demographic groups, occurring mainly in some European countries and/or emerging in recent years in Europe and/or with intra-species diffusion ability. Examples would be <i>Coxiella burnetii</i> or <i>Usutu virus</i> .	Infection that might involve animals from many (more than 3) orders and occurring on about the half of the European territory all year round or seasonally and/or with intra-class diffusion ability. An example would be <i>West-Nile virus</i> .	
very common	Infection, that might involve animals from many (more than 3) farm species, occurring each year in many European countries with either no or few vaccination policies or with the ability to transmit between farm animals. An example would be <i>Salmonella enterica</i> .	Infection that might involve all socio-demographic groups, occurring each year in many European countries and/or with extra-species diffusion ability. An example would be e.g. <i>Campylobacter coli</i> , <i>C. jejuni</i> .	Infection that might involve animals from many (more than 3) orders and occurring all over the European territory all year round or seasonally and/or emerging in recent years in Europe (and/or with inter-class diffusion ability. An example would be <i>Trichomonas gallinae</i> .	

Tableau 8 Définitions des niveaux du critère C2 en fonction des cibles, tels que formulés dans l'enquête dédiée

Niveau		Définitions		
C2 - Severity, burden and public concern of the disease in target population				
Target	C2AH - Domestic animals	C2PH - Human population	C2WH - Wild animals	
low	Mild to fatal disease; limited disease management costs for the involved farm business; no public concern. An example would be <i>Metapneumovirus</i> .	Mild disease; effective treatment; no or few repercussions on professional activities; general public not concerned.	Mild to fatal disease; scattered cases and/or small outbreaks; no disease management costs; no public concern. An example would be <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> , <i>Y. enterocolitica</i> .	
moderate	Mild to fatal disease; high disease management costs for the involved farm business; low public concern (mainly due to moderately compromised animal welfare). An example would be <i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i> .	Mild disease (rarely fatal); effective treatment and/or control; repercussions on professional activities; low public concern. An example would be <i>Borrelia burgdorferi</i> .	Mild to fatal disease; small outbreaks; no or few disease management costs; mild public concern (naturalists, wildlife rescue center staffs, environmental officers). An example would be <i>Usutu virus</i> .	
high	Fatal disease and/or high disease management costs across the agricultural industry and/or national trade limitations; mild public concern (compromised animal welfare and/or zoonotic risks for professionals). An example would be <i>Chlamydia psittaci</i> .	Serious disease (potentially fatal); effective treatment and/or control; serious repercussions on professional activities; mild public concern. An example would be <i>Coxiella burnetii</i> .	Fatal disease; large outbreaks and/or that might jeopardize the survival of a population; disease management costs; mild public concern (naturalists, hunters). An example would be <i>Clostridium botulinum</i> .	
very high	Fatal disease and/or high disease management costs across the agricultural industry and/or national and/or international trade limitations; great public concern (severely compromised animal welfare and/or high zoonotic risks, potentially for the general population). An example would be <i>Coxiella burnetii</i> .	Very serious disease (often fatal); no effective treatment and/or control; serious repercussions on professional activities; great public concern. An example would be <i>Crimean-congo haemorrhagic fever virus</i> .	Fatal disease; large outbreaks and/or that might jeopardize the survival of a species; disease management costs; mild to great public concern. An example would be <i>highly pathogenic Avian Influenza virus</i> .	

b. Critère C2 : sévérité, coûts de la maladie chez la population cible et préoccupation sociétale

Chez chaque cible, chaque maladie a été évaluée en termes de conséquences médicales, de conséquences économiques (coûts directs/indirects) et de préoccupation sociétale à l'aide d'un critère unique C2. Quatre niveaux ont été déterminés pour chacune des 3 cibles (12 définitions) (*cf.* Tableau 8). Pour la maladie ayant des répercussions sur la santé humaine, nous nous sommes inspiré du classement des agents biologiques utilisés par l'Institut National de la Recherche et de la Sécurité (INRS, 1999) pour déterminer les différents niveaux.

II.F.4 Collecte des données

La collecte des données nécessaires à l'évaluation de ces six différents critères a été réalisée par sollicitation d'experts. Comme précédemment décrit pour la validation des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser, des enquêtes ont été élaborées à l'aide du logiciel SurveyMonkey® et en langue anglaise. Les critères faisant appel aux compétences des mêmes experts (A1, B2, C1 et C2 concernant les animaux sauvages) ont été évalués au cours de la même enquête. Cinq enquêtes ont alors été élaborées (*cf.* Tableau 9), soumises, avant leur lancement, à l'avis extérieur d'experts en hiérarchisation, en santé animale, en ornithologie ou en microbiologie pour validation.

Un ciblage des experts pour l'évaluation des critères en fonction de leur domaine de compétences reconnues a été réalisé pour chaque enquête (*cf.* Tableau 9). Par exemple, l'enquête B1 nécessitant des compétences en microbiologie n'a été envoyée qu'à des experts exerçant directement en laboratoires d'analyses microbiologiques et/ou en enseignant les techniques.

Les experts ont été sollicités par un courriel d'invitation sur leur messagerie professionnelle. Un ou deux mois ont été consacrés à la collecte des données et les experts ont été relancés à deux reprises s'ils n'avaient déjà répondu (*cf.* Annexes 4 et 4 bis pour exemples). Pour les enquêtes nommées A2, B1, C1C2AH et C1C2PH, les courriels et relances étaient rédigés également en français (*cf.* Annexe 5 pour exemple).

Dans chaque enquête, chaque expert devait cocher les réponses qu'il estimait les plus adéquates aux questions posées (réponses fermées). Il lui était par ailleurs donné la possibilité d'exprimer leur méconnaissance du sujet (case « don't know ») et/ou de ne répondre qu'aux questions pour lesquelles ils se sentaient capables de donner une réponse (*cf.* Annexe 6). Dans ce cas, sa réponse était considérée être « don't know ». Il lui était ensuite demandé de préciser s'ils se considéraient comme spécialiste de couples, de dangers ou d'ordres d'oiseaux sauvages listés. Des informations concernant son nombre d'années d'expérience dans le domaine ainsi que son origine géographique ont également été recueillies. Les experts avaient enfin la possibilité de laisser un commentaire général concernant l'enquête à laquelle ils avaient participé.

II.F.5 Estimation des risques

Le risque final pour la santé de l'une ou l'autre des trois cibles, représenté par chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » a été estimé par agrégation des critères pour chaque couple. Avant de réaliser cette agrégation, une exploitation des avis des différents experts a été nécessaire afin de déterminer le niveau déterminé par le panel d'experts pour chaque critère de chaque couple.

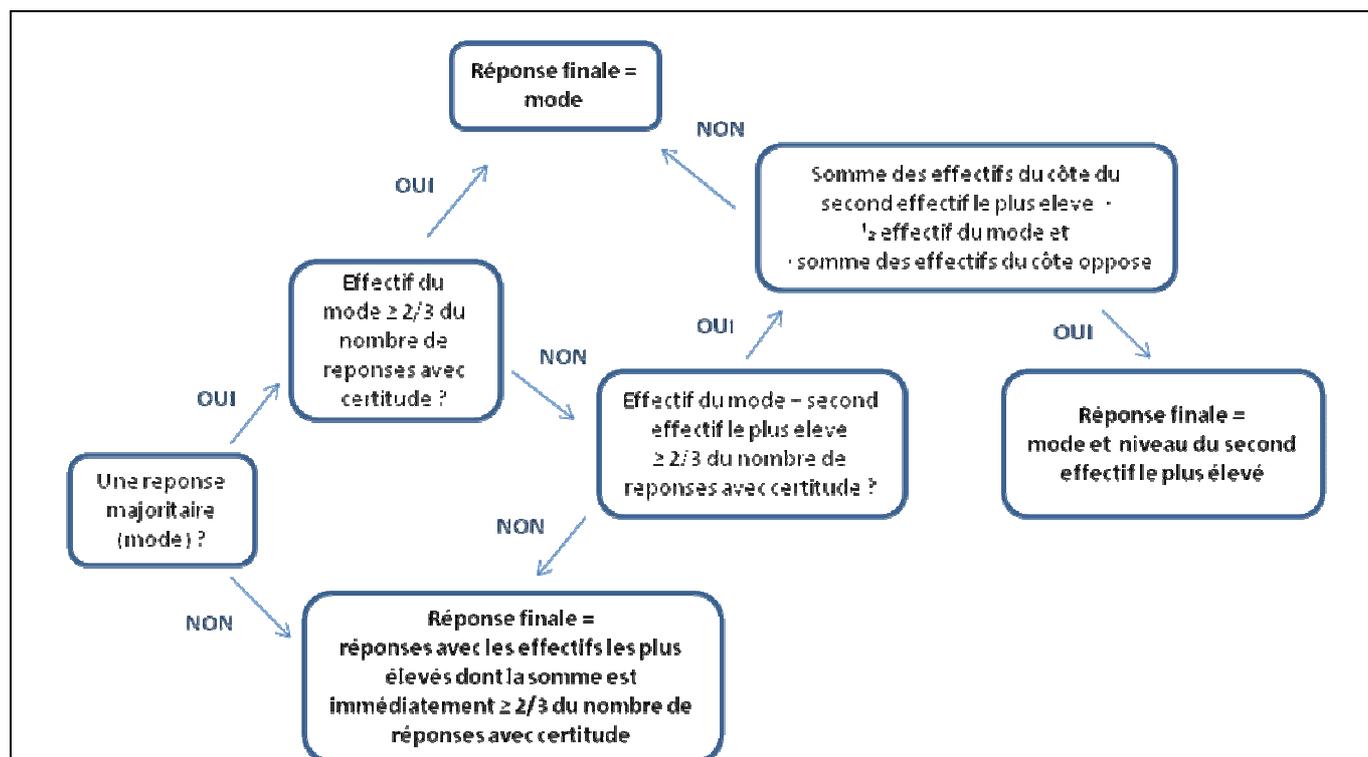
Tableau 9 Présentation de la méthode de sélection des experts pour répondre aux critères regroupés en enquêtes

Critère		Experts sollicités		Enquête
Nom	Compétences nécessaires	Mode de sélection		Nom
A1 interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages	Epidémiologie et/ou gestion des maladies des oiseaux sauvages	- publications traitant d'espèces européennes d'oiseaux sauvages		A1-B2-C1C2WH (32 pages)
B2 transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à la (les) cible(s)		- recommandations par les pairs		
C1 incidence de l'infection chez les animaux sauvages en Europe		- spécialistes « faune sauvage » du projet WildTech (Ciliberti <i>et al.</i> , 2014 ; WildList, 2014)		
C2 sévérité, coûts de la maladie chez les animaux sauvages et préoccupation sociétale		- liste de la section "Wildlife Population Health" de l'European College of Zoological Medicine - liste des participants au 11 ^{ème} congrès de l'European Wildlife Disease Association (Août 2014, Edimbourg, Ecosse)		
A2 distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages	Ornithologie	- recommandations par les pairs - liste des délégués par pays de l'European Bird Census Council (EBCC, 2014)		A2 (4 pages)
B1 survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs	Microbiologie	- recommandations par les pairs - responsables des laboratoires nationaux de référence de l'Anses et/ou de l'OIE - spécialistes « microbiologie » du projet WildTech (Ciliberti <i>et al.</i> , 2014 ; WildList, 2014) - responsables des laboratoires départementaux français d'analyses vétérinaires		B1 (7 pages)
C1 incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe	Epidémiologie et/ou gestion des maladies des animaux domestiques	- recommandations par les pairs		C1C2AH (11 pages)
C2 sévérité, coûts de la maladie chez les animaux domestiques et préoccupation sociétale		- experts ayant participé à la hiérarchisation de l'Anses (2012b) - spécialistes « santé des ax. dom. » des listes du projet WildTech (Ciliberti <i>et al.</i> , 2014 ; WildList, 2014) - liste de la section "Population Medicine" de l'European College of Veterinary Public Health - liste de l'European College of Poultry Veterinary Science		
C1 incidence de l'infection chez l'Homme en Europe	Epidémiologie et/ou gestion des maladies à impact sur la santé publique	- recommandations par les pairs		C1C2PH (11 pages)
C2 sévérité, coûts de la maladie chez l'Homme et préoccupation sociétale		- responsables des centres nationaux français de référence - épidémiologistes de l'InVS dont les Centres Interrégionaux d'Epidémiologie - spécialistes « santé publique » du projet WildTech (Ciliberti <i>et al.</i> , 2014 ; WildList, 2014) - liste de la section "Food science" de l'European College of Veterinary Public Health		

a. Exploitation des avis des experts

Afin de déterminer l'avis du panel d'experts pour chaque critère de chaque couple, nous avons utilisé la méthode présentée dans l'Encadré 2. Pour sa conception, nous nous sommes inspiré de la règle utilisée pour déterminer le choix communautaire par différentes instances nationales françaises et/ou européennes (Loi n°65-557 ; AMF, 2014 ; Droit finances, 2014 ; Vie publique, 2014). Il s'agit de la règle de la double majorité et plus particulièrement ici de la « majorité des 2/3 » : la décision finale est prise à la majorité (absolue) des votants représentant au moins les deux tiers des voix, ou inversement.

Encadré 2 Méthode utilisée pour la détermination de la réponse du panel d'experts à chaque question des six critères utilisés pour l'estimation des risques



- les experts donnant une réponse autre que « don't know » sont définis comme les experts « se prononçant » ;
- pour un critère, un niveau est retenu comme la réponse du panel d'experts si au moins les 2/3 des experts se prononçant choisissent cette réponse (= mode) ;
- plusieurs réponses sont possibles comme réponse du panel d'experts (réponse multiple) (ex. : « low to moderate »). Dans ce cas là, la réponse ayant reçu le plus de voix est précisée en premier ou, en cas d'égalité, le niveau supérieur est mis en avant (ex. : « moderate to low ») ;
- lorsque moins de la moitié des experts se sont prononcés, la réponse du panel d'experts est marquée par le numéro du critère en exposant (ex. : « good^{B1} ») ;
- la réponse produite par un expert se considérant comme spécialiste d'une question permet :
 - de confirmer la réponse du groupe en cas d'accord,
 - de choisir parmi deux niveaux si la réponse du spécialiste est présente dans la réponse multiple,
 - d'orienter la réponse du panel d'experts vers l'avis du spécialiste en cas de désaccord (ex. : réponse du spécialiste = « limited » ; réponse du reste du groupe = « moderate to wide » ; réponse du panel d'experts = « moderate »),
 - en cas de désaccord de spécialistes, leurs réponses sont conservées en une réponse multiple.

Encadré 3 Méthode d'agrégation des critères et des étapes de l'appréciation des risques

Matrice de combinaison utilisée pour l'agrégation des critères

<i>Niveaux A1</i>	<i>Niveaux B1</i>	<i>Niveaux C1</i>	<i>Niveaux A2</i>	limited	moderate	wide	very wide
			<i>Niveaux B2</i>	very limited	limited	wide	very wide
			<i>Niveaux C2</i>	low	moderate	high	very high
			Niveau de risque				
confirmed weak	low	rare	negligeable	low	low	moderate	
suspected weak	good	uncommon	low	low	moderate	moderate	
confirmed strong	very good	common	low	moderate	moderate	high	
suspected strong	extreme	very common	moderate	moderate	high	high	

Matrice de combinaison utilisée pour l'agrégation des étapes de l'appréciation des risques

	negligeable	low	moderate	high
negligeable	negligeable	low	low	moderate
low	low	low	moderate	moderate
moderate	low	moderate	moderate	high
high	moderate	moderate	high	high

- une matrice (matrice supérieure ci-dessus), inspirée de celle développée par Zepeda Sein (1998) et reprise par Moutou *et al.* (2001) et Wieland *et al.* (2011), est utilisée pour obtenir un niveau d'émission (critères A1 et A2 combinés), d'exposition (critères B1 et B2 combinés) ou de conséquences (critères C1 et C1 combinés pour chaque cible distinctement) exprimée avec les mêmes termes ;
- la matrice de Zepeda Sein (1998) (matrice inférieure ci-dessus) est utilisée pour agréger successivement les étapes de l'appréciation des risques et aboutir à une estimation du risque pour chaque couple « danger biologique/ordres d'oiseaux sauvages » ;
- en cas de combinaison de réponses multiples, la règle proposée par Dufour *et al.* (2011) est appliquée : les bornes basses et les bornes hautes de chaque réponse multiple sont agrégées respectivement entre elles et fournissent deux nouvelles bornes (ex. : « low to moderate » combiné à « negligeable to low » donne « low to moderate ») ;
- lorsqu'une réponse multiple est obtenue après agrégation, le niveau le plus fréquemment obtenu est indiqué en premier (ex. : « low to moderate » combiné à « negligeable to low » donne « low » à trois reprises et « moderate » une fois conduisant à la réponse du panel d'experts « low to moderate ») ou en cas d'égalité de réponses, le niveau supérieur est mis en avant (ex. : « low to moderate » combiné à « low » donne « low » à une reprise et « moderate » à une reprise conduisant à la réponse du panel d'experts « moderate to low »).

b. Mode d'agrégation

Au sein de chacune des 3 premières étapes de l'appréciation des risques, les réponses aux questions des deux critères utilisés (A1 et A2, B1 et B2, C1 et C2) ont été combinées (ou agrégées) afin d'obtenir un niveau respectivement d'émission, d'exposition et de conséquences. Les étapes d'appréciation de l'émission et de l'exposition ont ensuite été agrégées pour obtenir des niveaux de probabilité de survenue des dangers avant être combinées aux conséquences en vue de l'estimation finale de niveau de risque pour chaque couple « danger biologique/ordres d'oiseaux sauvages » et pour chaque cible (*cf.* Figure 4). Pour ces agrégations, nous avons utilisé la méthode présentée en Encadré 3 ci-contre.

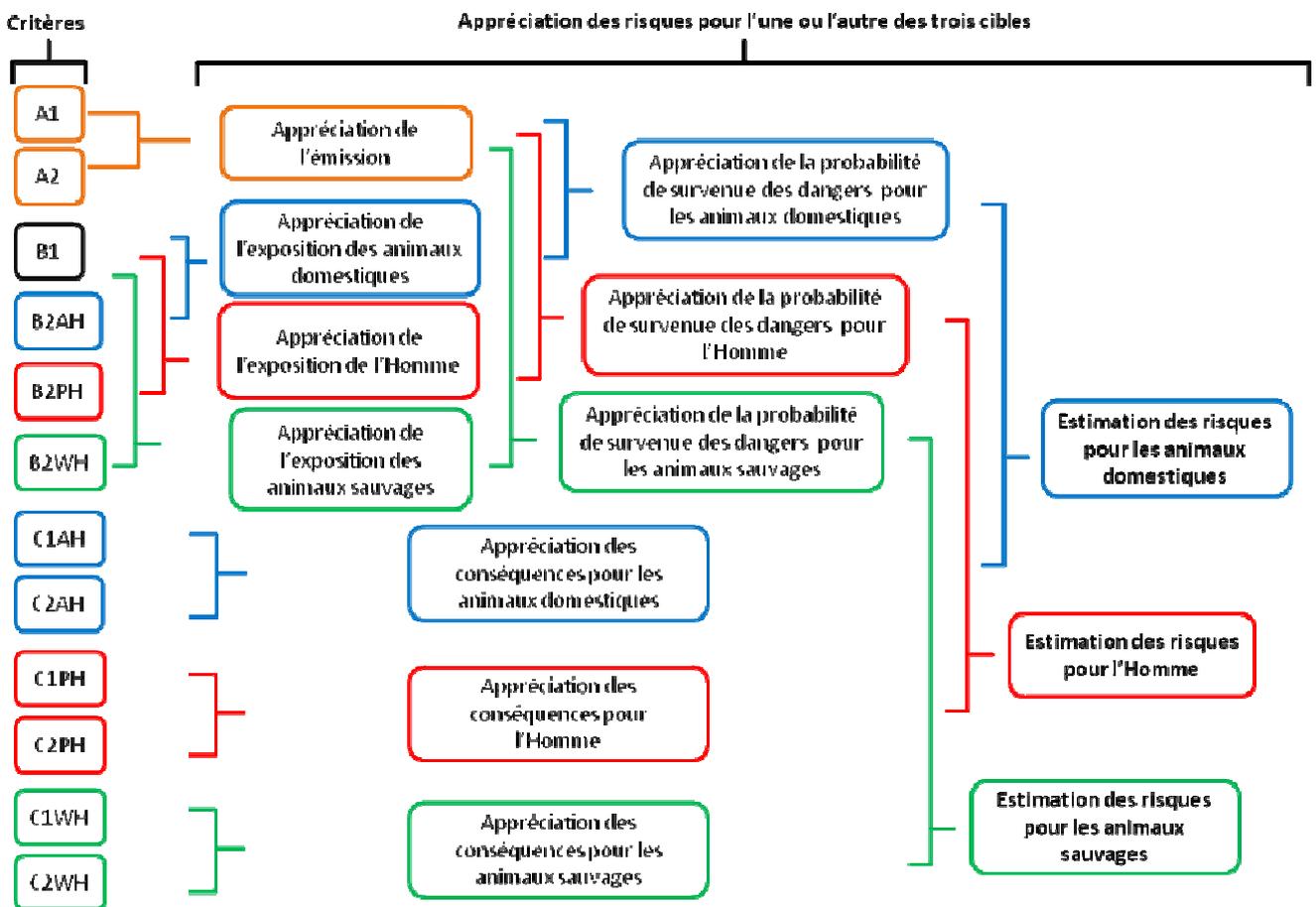


Figure 4 Schéma illustrant les 13 étapes d'agrégation (accolades) nécessaires pour déterminer le niveau de risque pour l'une ou l'autre des cibles pour les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » considérés

Tableau 10 Caractéristiques numériques des experts sollicités et ayant répondu aux enquêtes, par critères

Enquête		Experts				
Nom	Critères	Dates de début-fin	Nombre d'experts sollicités	ayant répondant au critère		
				Nombre	Années d'expérience (moyenne (min. ; max. ; médiane))	Nombre de spécialistes
A1-B2-C1C2WH	A1 interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages	15/09/14-12/10/2014	69	18	16 ans (1 ; 50 ; 15)	8
	B2 transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à la (les) cible(s)		69	15	16 ans (1 ; 50 ; 15)	7
	C1 incidence de l'infection chez les animaux sauvages en Europe		69	15	16 ans (1 ; 50 ; 15)	7
	C2 sévérité, coûts de la maladie chez les animaux sauvages et préoccupation sociétale		69	15	16 ans (1 ; 50 ; 15)	7
A2	A2 distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages	22/07/14-21/09/14	98	19	22,5 ans (4 ; 50 ; 20)	4
B1	B1 survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs	15/09/14-12/10/2014	113	14	21,5 ans (10 ; 30 ; 22,5)	5
C1C2AH	C1 incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe	15/09/14-12/10/2014	369	88	22 ans (5 ; 45 ; 25)	26
	C2 sévérité, coûts de la maladie chez les animaux domestiques et préoccupation sociétale		369	82	22 ans (5 ; 45 ; 25)	26
C1C2PH	C1 incidence de l'infection chez l'Homme en Europe	15/09/14-12/10/2014	178	26	18 ans (4 ; 35 ; 20)	10
	C2 sévérité, coûts de la maladie chez l'Homme et préoccupation sociétale		178	25	18 ans (4 ; 35 ; 20)	10

II.G - Classement et catégorisation des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages »

A l'issue de chaque étape de détermination de niveau des critères puis de leur agrégation à travers les différentes étapes de l'appréciation des risques, les dangers, ordres d'oiseaux sauvages ou couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » ont été classés par ordre décroissant de niveau afin de pouvoir les commenter.

Pour répondre aux objectifs opérationnels énoncés, trois classements et catégorisations ont ensuite été réalisées.

Pour chaque cible, un premier classement de chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » a été réalisé par ordre décroissant de niveau de risque. Ensuite, seuls les couples ayant un niveau de risque estimé, supérieur ou égal à « élevé à modéré » ont été identifiés comme ceux à surveiller en priorité, répondant ainsi à l'objectif opérationnel OO1.

Pour chaque cible et pour chaque danger biologique concerné, un classement des ordres d'oiseaux sauvages associés a été réalisé par ordre décroissant de niveau de risque, répondant ainsi à l'objectif opérationnel OO2.

Enfin, pour chaque cible et pour chaque ordre d'oiseaux sauvages considérés, un classement des dangers biologiques associés a été réalisé par ordre décroissant de niveau de risque, répondant ainsi à l'objectif opérationnel OO3.

III - Résultats

Avant de présenter les résultats de l'appréciation des risques pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » étudié, nous allons tout d'abord décrire les experts ayant participé à nos enquêtes ainsi que présenter les listes des couples sélectionnés pour nos hiérarchisations.

III.A - Description des experts

III.A.1 Experts ayant validé la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser

A l'issue des recherches bibliographiques et des étapes d'inclusion, d'exclusion et de regroupement de dangers aboutissant à une liste de couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » candidats à la hiérarchisation, cette liste a été soumise à l'avis de 18 experts internationaux à l'aide de l'enquête A0 ouverte du 28 Juillet 2014 au 07 Septembre 2014 (cf. II.E.3). Six experts situés au Canada, aux Etats-Unis, en Espagne, au Royaume-Uni et en Suède (2 experts) ont répondu dans les temps. Leur moyenne d'années d'expérience en épidémiologie des maladies des oiseaux sauvages était de 23,5 années (médiane : 22,5 années ; minimum : 17 années ; maximum : 34 années).

III.A.2 Experts ayant évalué les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » selon les critères utilisés

Selon les enquêtes et le domaine de compétences requis pour répondre aux critères (cf. II.E.4), le nombre d'experts sollicités a été compris entre 69 et 369 (cf. Tableau 10). Les experts situés en Europe sollicités lors de l'enquête précédente A0 ont également été contactés pour participer à

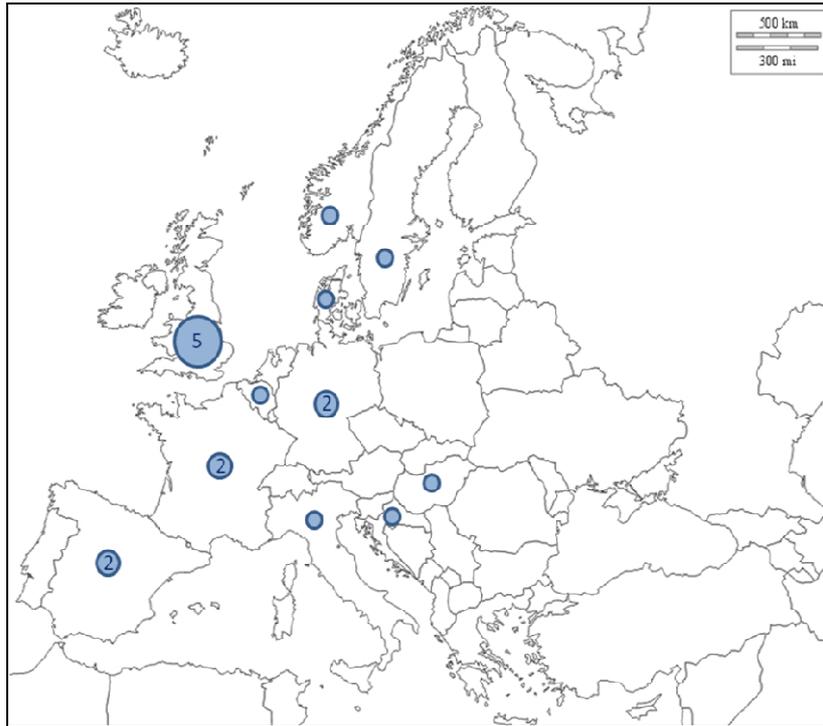


Figure 5 Répartition géographique en Europe des 18 et 15 experts ayant respectivement répondu aux critères A1 et B2, C1WH, C2WH

Pour les critères B2, C1WH et C2WH, 3 experts localisés en Norvège ou au Royaume-Uni (n=2) n'ont pas répondu. Les autres experts étaient les mêmes que ceux ayant répondu au critère A1. Les nombres indiqués correspondent au nombre d'experts ayant répondu dans le pays concerné. Lorsqu'un seul expert avait répondu, seul un point était indiqué.



Figure 6 Répartition géographique en Europe des 19 experts ayant répondu au critère A2

Les nombres indiqués correspondent au nombre d'experts ayant répondu dans le pays concerné. Lorsqu'un seul expert avait répondu, seul un point était indiqué.

l'enquête A1-B2-C1C2WH. Dans de rares cas (moins d'une dizaine), des experts ont été sollicités pour participer à deux enquêtes distinctes : B1 et C1C2AH ou B1 et C1C2PH. Plus de 800 experts (ayant une adresse électronique valide) ont ainsi reçu une invitation pour participer à l'une et/ou l'autre de nos enquêtes. La majorité des enquêtes a été réalisée de mi-Septembre 2014 à mi-October 2014 sauf pour l'enquête A2 ouverte pendant l'été et clôturée fin Septembre 2014.

Le taux moyen de participation des experts à nos enquêtes par critères a été de 20 % (minimum de 12 % pour le critère B1 et maximum de 26 % pour le critère A1). Le nombre d'années d'expérience dans leur domaine respectif était en moyenne d'une vingtaine d'année. Selon les critères, 21 à 46 % des experts ayant répondu ont mentionné qu'ils se considéraient comme spécialistes d'un ou de plusieurs dangers biologiques et /ou ordre d'oiseaux sauvages.

Les répartitions géographiques en Europe des experts ayant répondu aux enquêtes sont présentées par critères en Figures 5 à 9. Selon les critères, des pays étaient plus représentés que d'autres.

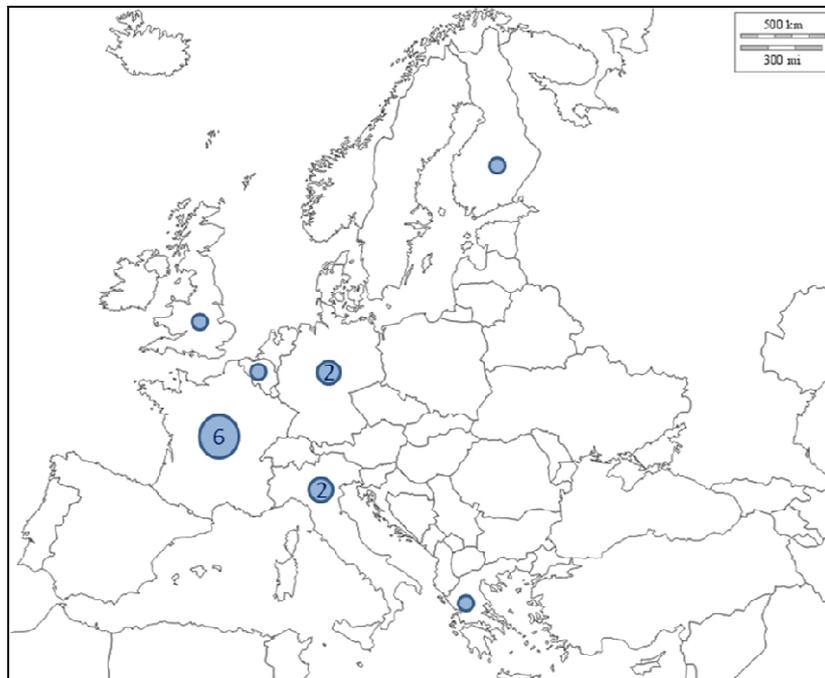


Figure 7 Répartition géographique en Europe des 14 experts ayant répondu au critère B1
Les nombres indiqués correspondent au nombre d'experts ayant répondu dans le pays concerné. Lorsqu'un seul expert avait répondu, seul un point était indiqué.

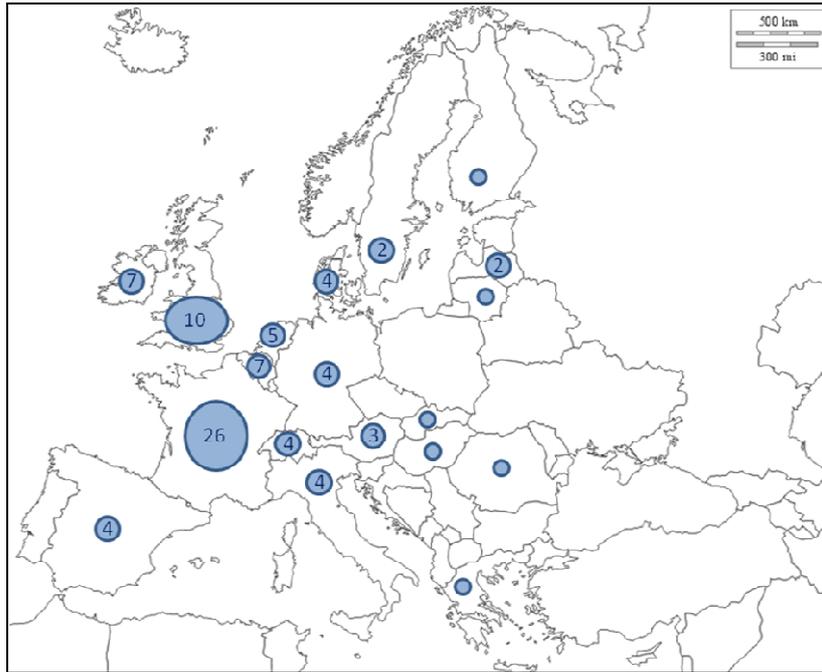


Figure 8 Répartition géographique en Europe des 88 et 82 experts ayant respectivement répondu aux critères C1AH et C2AH

Pour le critère C2AH, 6 experts localisés en Autriche, France, Irlande, Pays-Bas, Roumanie ou Suisse n'ont pas répondu. Les autres experts étaient les mêmes que ceux ayant répondu au critère C1AH. Les nombres indiqués correspondent au nombre d'experts ayant répondu dans le pays concerné. Lorsqu'un seul expert avait répondu, seul un point était indiqué.

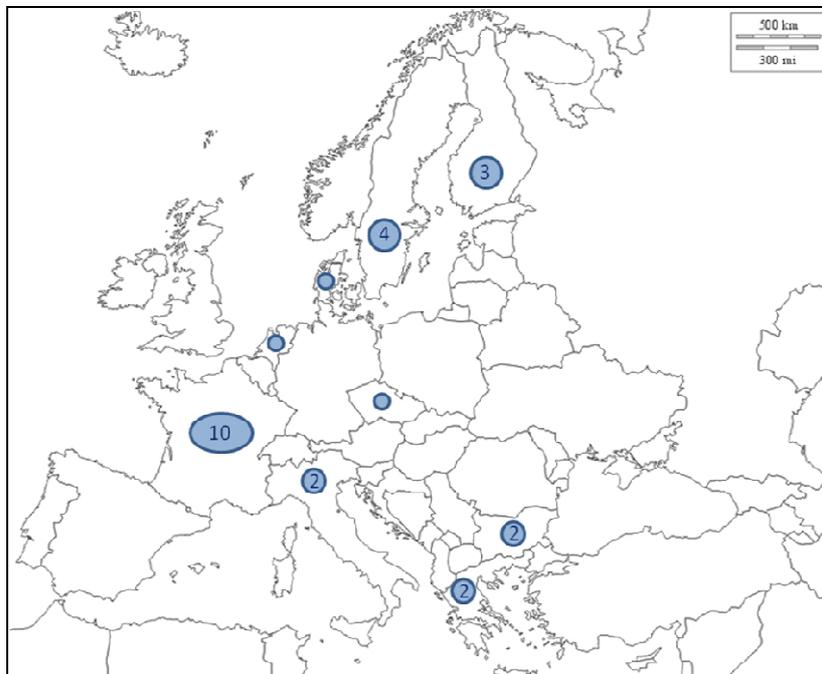


Figure 9 Répartition géographique en Europe des 26 et 25 experts ayant respectivement répondu aux critères C1PH et C2PH

Pour le critère C2PH, 1 expert localisé en France n'a pas répondu. Les autres experts étaient les mêmes que ceux ayant répondu au critère C1PH. Les nombres indiqués correspondent au nombre d'experts ayant répondu dans le pays concerné. Lorsqu'un seul expert avait répondu, seul un point était indiqué.

III.B - Identification des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser

III.B.1 Identification des dangers biologiques pour les cibles

a. Dangers biologiques pour les animaux domestiques en Europe

Conformément à la méthode annoncée en II.E.1, ont été ajoutés à la liste initiale, les agents biologiques suivants issus des listes additionnelles :

- pour les bactéries : *Escherichia coli* vérotoxino-gènes, *Campylobacter* spp., *Leptospira interrogans* spp., *Mycobacterium avium*, *Pasteurella* spp., *Salmonella enterica* et *Yersinia* spp. ;
- pour les virus : *Alcelaphine herpesvirus 1*, *Anatid herpesvirus 1*, *Ovine herpesvirus 2*, *Paramyxovirus type 1 variant Pigeon*, *virus Louping Ill*, *virus de la Border disease*, *virus Hendra* et *virus de l'Hépatite E* ;
- pour les parasites : *Babesia* spp. et *Theileria* spp. (apparitions nouvelles ou inhabituelles).

Les agents biologiques suivants n'étant pas ou rarement responsables d'expression clinique de maladies chez les animaux domestiques et responsables de maladies principalement d'importance zoonotique ont ensuite été exclus :

- parmi les bactéries : *Campylobacter* spp., *Francisella tularensis* ;
- parmi les virus : *virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo*, *virus de l'Hépatite E* ;
- parmi les parasites : *Trichinella* spp..

Parmi les 103 « maladies », « infections » ou « infestations » animales (dénominations utilisées dans les listes officielles) alors listées, 39 affections ont été identifiées comme étant dues à un agent biologique pouvant représenter un risque pour les animaux domestiques. Quarante affections ont été identifiées comme étant dues à un agent biologique pouvant être porté par les oiseaux sauvages (cf. Annexe 7) et « l'infection à *Chlamydia abortus* » a ensuite été exclue, permettant la sélection de 39 affections (cf. Annexe 8).

Des affections mentionnées distinctement dans les listes utilisées mais dues à des agents biologiques de même espèce ou genre ont été regroupées comme suit sous le nom de(s) l'agent(s) étiologique(s) :

- « Infection à *Salmonella enterica* (tous les sérovars) », « Pullorose », « Salmonellose aviaire » et « Typhose aviaire » ont été regroupées sous le nom d'espèce de la bactérie : *Salmonella enterica* ;
- « Infection à *Yersinia enterocolitica* » et « Infection à *Yersinia pseudotuberculosis* » ont été regroupées sous la dénomination *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis* ;
- « Mycoplasmosse aviaire (*Mycoplasma gallisepticum*) et Mycoplasmosse aviaire (*Mycoplasma synoviae*) » ont été regroupées sous la dénomination *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae* ;
- « Infection par les *Paramyxovirus aviaires* (autres que ceux listés par l'OIE) » et « Maladie de Newcastle » ont été regroupées sous le nom d'espèce du virus *Paramyxovirus aviaire type 1* ;
- les 5 dénominations d'affections dues au *virus de l'Influenza aviaire* ont été regroupées sous le nom d'espèce du virus *Virus Influenza A* faiblement ou hautement pathogène ;
- « Babésiose bovine », « Infection à *Babesia* spp. (apparitions nouvelles ou inhabituelles) », « Piroplasmose équine » ont été regroupées sous le nom de genre du parasite : *Babesia* spp.

Tableau 11 Liste des dangers biologiques,
pour les animaux domestiques cibles en Europe,
portés par les oiseaux sauvages et sélectionnés à l'issue de l'étape d'identification des dangers

Danger biologique	Principaux animaux domestiques cibles
Bactérien	
<i>Bacillus anthracis</i>	Bovinae, Caprinae, Equidae, Suidae
<i>Chlamydia psittaci</i>	Anseriformes, Galliformes
<i>Coxiella burnetii</i>	Bovinae, Caprinae
<i>Clostridium botulinum</i>	Bovinae, Galliformes
<i>Escherichia coli</i> vérotoxigènes	Suidae
<i>Mycobacterium avium</i>	Anseriformes, Galliformes
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Bovinae, Caprinae
<i>Mycoplasma gallisepticum, M. synoviae</i>	Galliformes
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes, Bovinae, Caprinae, Galliformes, Leporidae
<i>Salmonella enterica</i>	Bovinae, Galliformes
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Anseriformes, Bovinae, Caprinae, Equidae, Galliformes, Leporidae, Suidae
Viral	
<i>Anatid Herpesvirus 1</i>	Anatidae
<i>Gallid Herpesvirus 1</i>	Phasianidae
<i>Métapneumovirus</i>	Dinde (<i>Meleagris gallopavo</i>)
<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	Columbidae, Galliformes
<i>Virus de la Bronchite infectieuse aviaire</i>	Galliformes
<i>Virus de la Bursite Infectieuse Aviaire</i>	Poule domestique (<i>Gallus gallus</i>)
<i>Virus de la Gastro-entérite transmissible</i>	Suidae
<i>Virus de l'Hépatite du Canard</i>	Anseriformes
<i>Virus Influenza A</i> faiblement pathogène	Anseriformes, Galliformes
<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	Anseriformes, Galliformes
<i>Virus Louping Ill</i>	Mouton (<i>Ovis aries</i>)
<i>Virus West-Nile</i>	Anseriformes, Columbidae, Equidae
Parasitaire	
<i>Babesia</i> spp.	Bovinae, Equidae

Enfin, quatre arbovirus situés actuellement hors des voies principales de migration des oiseaux sauvages européens (cf. Annexe 9) ont été exclus :

- virus de l'Encéphalite japonaise ;
- virus de l'Encéphalomyélite équine de l'Est ;
- virus de l'Encéphalomyélite équine de l'Ouest ;
- virus de l'Encéphalomyélite équine vénézuélienne.

A l'issue de ces différentes étapes, 24 dangers biologiques pour les animaux domestiques, portés par les oiseaux sauvages ont été sélectionnés (cf. Tableau 11)⁴ : 11 agents bactériens, 12 virus (dont 2 arbovirus) et 1 parasite. Les virus de l'Influenza A faiblement et hautement pathogènes ont été dissociés.

b. Dangers biologiques pour l'Homme en Europe

Conformément à la méthode annoncée en II.E.1, ont été ajoutés à la liste initiale, les agents biologiques suivants issus des listes additionnelles :

- parmi les bactéries : *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Pasteurella* spp. ;
- parmi les virus : virus Hendra, virus Nipah ;
- parmi les parasites : *Leishmania* spp..

Les agents étiologiques suivants, non biologiques, ont été exclus :

- le plomb, agent du « saturnisme de l'enfant mineur » ;
- l'amiante, agent de « mésothéliomes ».

Parmi les 67 « maladies », « zoonoses », « affections » (dénominations utilisées dans les listes officielles) alors listées, 17 ont été identifiées comme étant dues à un (des) agent(s) étiologique(s) pouvant représenter un risque pour l'Homme. Vingt-trois affections ont été identifiées comme étant dues à un (des) agent(s) biologique(s) pouvant être portées par les oiseaux sauvages (cf. Annexe 11) et six affections ont ensuite été exclues (« Charbon/Fièvre charbonneuse », « Infection à *Pasteurella* spp. », « Listériose », « Peste », « Trichinellose », « Botulisme ») permettant la sélection de 17 affections (cf. Annexe 12).

Trois des affections listées correspondaient à des regroupements de virus ayant des caractéristiques de transmission ou d'expression clinique communes : « Encéphalites à tiques », « Fièvres hémorragiques virales » et « Autres zoonoses dues à des arbovirus ». Les principaux agents biologiques de ces classes connus pour être portés par les oiseaux sauvages et situés sur les voies de migration de l'avifaune sauvage européenne ont alors seulement été retenus : virus de l'Encéphalite européenne à tiques ; virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo ; virus West-Nile, virus Sindbis et virus Usutu respectivement.

Le seul regroupement d'affections mentionnées distinctement des listes mais dues à des agents biologiques de même espèce ou genre a concerné le virus de l'Encéphalite européenne à tiques, agent d'affections « Encéphalites à tiques » et « Autres zoonoses dues à des arbovirus ».

⁴ Des informations complémentaires concernant leur présence ou non en France métropolitaine et la nécessité ou non d'un arthropode vecteur pour leur transmission sont disponibles en Annexe 10.

Tableau 12 Liste des dangers biologiques pour l'Homme en Europe, portés par les oiseaux sauvages et sélectionnés à l'issue de l'étape d'identification des dangers

Danger biologique
Bactérien
<i>Borrelia</i> spp.
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>
<i>Chlamydia psittaci</i>
<i>Coxiella burnetii</i>
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>
<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes
<i>Francisella tularensis</i>
<i>Salmonella enterica</i>
<i>Vibrio cholerae</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>
Viral
<i>Virus de l'Encéphalite européenne à tiques</i>
<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>
<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène
<i>Virus Sindbis</i>
<i>Virus Usutu</i>
<i>Virus West-Nile</i>
Parasitaire
<i>Giardia intestinalis</i> , <i>G. lamblia</i>
<i>Toxoplasma gondii</i>

A l'issue de ces différentes étapes, 18 dangers biologiques pour l'Homme, portés par les oiseaux sauvages ont été sélectionnés (cf. Tableau 12)⁵ : 10 agents bactériens, 6 virus (dont 5 arbovirus) et 2 parasites.

c. Dangers biologiques pour les animaux sauvages en Europe

Conformément à la méthode annoncée en II.E.1, ont été ajoutés à la liste initiale, les agents biologiques suivants issus des listes additionnelles :

- parmi les bactéries : *Chlamydia psittaci*, *Ehrlichia ruminantium*, *Francisella tularensis*, *Mycoplasma gallisepticum*, *Mycoplasma synoviae*, *Mycoplasma capricolum*, *Mycoplasma mucoides* ;
- parmi les virus : *Paramyxovirus aviaire type 1*, virus de la Fièvre aphteuse, virus de la Maladie d'Aujesky, virus de la Peste bovine, virus de la Peste des petits ruminants, virus de la Maladie hémorragique épizootique, *Ranavirus* ;
- parmi les champignons : *Batrachochytrium dendrobatidis*.

Les agents biologiques suivants responsables de maladies principalement chez les animaux domestiques et/ou chez l'Homme ont ensuite été exclus :

- parmi les bactéries : *Borrelia* spp., *Leptospira interrogans* spp. ;
- parmi les virus : *Alcelaphine herpesvirus 1*, *Hantavirus*, virus de l'Encéphalite à tiques, virus *Hendra*, virus de l'Influenza A faiblement pathogène, virus de l'Immunodéficience Féline ou Simienne, virus *Nipah*, virus de la Rougeole ;
- parmi les parasites : *Babesia* spp., *Theileria* spp. (apparitions nouvelles ou inhabituelles), *Trichinella* spp..

Parmi les 69 affections alors listés, 21 ont été identifiées comme étant dues à un agent biologique pouvant représenter un risque pour les animaux sauvages. Vingt cinq affections ont été identifiées comme étant dues à un agent biologique pouvant être porté par les oiseaux sauvages (cf. Annexe 14) et quatre affections ont été ensuite exclues (« Infection à *Listeria monocytogenes* », « Infection à *Yersinia pestis* », « Infection à *Histomonas* spp. » ; « Infection à *Plasmodium* spp. ») permettant la sélection de 21 affections (cf. Annexe 15).

Des affections mentionnées distinctement dans les listes utilisées mais dues à des agents biologiques de même espèce ou genre ont été regroupées comme suit sous le nom de(s) l'agent(s) étiologique(s) :

- « Infection à *Yersinia enterocolitica* » et « Infection à *Yersinia pseudotuberculosis* » ont été regroupées sous la dénomination *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis* ;
- « Infection par les *Paramyxovirus aviaires* (autres que ceux listés par l'OIE) » et « Maladie de Newcastle » ont été regroupées sous le nom d'espèce du virus *Paramyxovirus aviaire type 1*.

Enfin, le virus *Wellfleet Bay* a été exclu puisque ne sévissant pas sur les voies de migration de l'avifaune européenne (virus à l'origine de mortalité d'eiders à duvet *Somateria mollissima* sur les côtes Nord-Est des Etats-Unis (Pello et Olsen, 2013)).

⁵ Des informations complémentaires concernant leur présence ou non en France métropolitaine et leur mode de transmission (vectorielle ou alimentaire) sont disponibles en Annexe 13.

Tableau 13 Liste des dangers biologiques,
pour les animaux sauvages cibles en Europe,
portés par les oiseaux sauvages et sélectionnés à l'issue de l'étape d'identification des dangers

Danger biologique	Principaux animaux sauvages cibles
Bactérien	
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbidae, Laridae, Anatidae, Passeriformes
<i>Clostridium botulinum</i>	Anseriformes, Charadriiformes, Passeriformes
<i>Clostridium perfringens</i>	Anseriformes, Passeriformes
<i>Francisella tularensis</i>	Rongeurs, Lagomorphes
<i>Mycoplasma gallisepticum, M. synoviae</i>	Galliformes, Fringillidae, Passeridae, Sturnidae
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes, Charadriiformes, Pelecaniformes, Lagomorphes, Artiodactyles ruminants
<i>Salmonella enterica</i>	Passeriformes, Anseriformes, Laridae, Falconiformes, Rongeurs, Hérisson d'Europe, Sanglier d'Europe, Renard roux, Blaireau européen, Lièvre d'Europe
<i>Suttonella ornithicola</i>	Paridae, Aegithalidae
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Lièvre d'Europe, Rongeurs, Hérisson d'Europe, Renard roux, Passeriformes, Columbidae, Galliformes
Viral	
<i>Avipoxvirus</i>	Oiseaux
<i>Circovirus aviaires</i>	Psittacidae, Anseriformes, Columbidae, Passeriformes, Laridae
<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	Phalacrocoracidae, Columbidae, Ciconiiformes, Phasianidae, Passeriformes
<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	Anseriformes, Charadriiformes
<i>Virus Louping Ill</i>	Lagopède d'Ecosse (<i>Lagopus lagopus scoticus</i>)
<i>Virus Usutu</i>	Passeriformes, Strigiformes
<i>Virus West-Nile</i>	Corvidae, Falconiformes, Strigiformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes
Parasitaire	
<i>Toxoplasma gondii</i>	Mammifères, Oiseaux
<i>Trichomonas gallinae</i>	Columbidae, Passeriformes, Falconiformes, Strigiformes

A l'issue de ces différentes étapes, 18 dangers biologiques pour les animaux sauvages d'Europe, portés par les oiseaux sauvages ont été sélectionnés (cf. Tableau 13)⁶ : 9 agents bactériens, 7 virus (dont 3 arbovirus) et 2 parasites.

III.B.2 Détermination des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser et validation par les experts (Objectif OS1)

Suite aux recherches bibliographiques entreprises afin d'identifier les principaux ordres d'oiseaux sauvages rapportés comme pouvant être porteurs d'un des 40 dangers biologiques précédemment sélectionnés, nous avons obtenu une liste de 110 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » que nous avons soumise à validation auprès d'experts (enquête A0) (cf. Annexe 17).

A l'issue de cette enquête, 20 couples ont été exclus (cf. Annexe 17 et Tableau 14). Vingt-deux couples composés de dangers précédemment listés ainsi que 7 couples composés d'un danger biologique nouveau (Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases ; *virus Bagaza* ; *Dermanyssus gallinae* ; *Leucocytozoon* spp. ; *Plasmodium* spp.) ont été ajoutés.

Cent dix neuf couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » issus de 43 dangers biologiques et 17 ordres d'oiseaux sauvages ont alors été pris en compte pour la suite de notre étude (cf. Tableau 15).

Tableau 14 Liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » exclus suite à la consultation d'experts par l'enquête A0

Danger biologique	Ordre d'oiseaux sauvages
<i>Bacillus anthracis</i>	Accipitriformes Passeriformes
<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	Charadriiformes Galliformes
<i>Campylobacter jejuni, coli</i>	Columbiformes
<i>Chlamydia psittaci</i>	Anseriformes Charadriiformes Pelecaniformes
<i>Francisella tularensis</i>	Galliformes Passeriformes
<i>Mycobacterium avium</i>	Charadriiformes
<i>Virus Influenza A</i> faiblement pathogène	Pelecaniformes Podicipediformes Procellariiformes
<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	Charadriiformes Pelecaniformes Podicipediformes Procellariiformes
<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>	Passeriformes
<i>Virus West-Nile</i>	Ciconiiformes

⁶ Des informations complémentaires concernant leur présence ou non en France métropolitaine et la nécessité ou non d'un arthropode vecteur pour leur transmission sont disponibles en Annexe 16.

Tableau 15 Liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionnés pour la hiérarchisation à l'issue de la consultation d'experts lors de l'enquête A0 et cibles concernées (les dangers biologiques et/ou les ordres d'oiseaux ajoutés suite à l'avis des experts sont mentionnés par un astérisque *)

Couples		Cible(s)		
<i>Danger biologique</i>	Ordre d'oiseaux sauvages	Animaux domestiques	Homme	Animaux sauvages
Bactérien				
Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)*	Anseriformes* Charadriiformes*		•	
<i>Borrelia burgdorferi</i>	Passeriformes		•	
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Anseriformes Charadriiformes Galliformes* Passeriformes		•	
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes Galliformes* Passeriformes Procellariiformes* Psittaciformes*	•	•	•
<i>Clostridium botulinum</i>	Anseriformes Charadriiformes Gaviiformes Podicipediformes	•		•
<i>Clostridium perfringens</i>	Anseriformes Charadriiformes Passeriformes			•
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes Galliformes Passeriformes	•	•	
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Accipitriformes* Anseriformes Charadriiformes Galliformes* Passeriformes* Pelecaniformes		•	
<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	Charadriiformes Columbiformes Passeriformes	•	•	
<i>Mycobacterium avium</i>	Anseriformes Columbiformes Galliformes Gruiformes* Passeriformes	•		

Tableau 15 (suite) Liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionnés pour la hiérarchisation à l'issue de la consultation d'experts lors de l'enquête A0 et cibles concernées

Couples	Ordre d'oiseaux sauvages	Cible(s)		
		Animaux domestiques	Homme	Animaux sauvages
Bactérien (suite)				
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Charadriiformes Passeriformes	•		
<i>Mycoplasma gallisepticum, M. synoviae</i>	Galliformes Passeriformes	•		•
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes Charadriiformes Gruiformes Suliformes*	•		•
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes Charadriiformes Ciconiiformes* Columbiformes Passeriformes Suliformes*	•	•	•
<i>Suttonella ornithicola</i>	Passeriformes			•
<i>Vibrio cholerae</i>	Anseriformes Charadriiformes		•	
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Anseriformes Charadriiformes Columbiformes Galliformes Passeriformes Piciformes*	•	•	•
Viral				
<i>Anatid herpes virus 1</i>	Anseriformes	•		
<i>Avipoxvirus</i>	Columbiformes Falconiformes* Galliformes Passeriformes			•
<i>Circovirus aviaires</i>	Anseriformes Charadriiformes Columbiformes Passeriformes Psittaciformes			•
<i>Gallid herpes virus 1</i>	Galliformes	•		
<i>Métapneumovirus</i>	Galliformes	•		

Tableau 15 (suite) Liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionnés pour la hiérarchisation à l'issue de la consultation d'experts lors de l'enquête A0 et cibles concernées

<i>Danger biologique</i>	Couples		Cible(s)	
	Ordre d'oiseaux sauvages	Animaux domestiques	Homme	Animaux sauvages
Viral (suite)				
<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	Anseriformes Columbiformes Suliformes*	•		•
<i>Virus Bagaza*</i>	Galliformes*			•
<i>Virus de la Bronchite Infectieuse Aviaire</i>	Galliformes Passeriformes	•		
<i>Virus de la Bursite Infectieuse Aviaire</i>	Galliformes	•		
<i>Virus de l'Encéphalite européenne à tiques</i>	Anseriformes Charadriiformes Passeriformes		•	
<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>	Charadriiformes Galliformes		•	
<i>Virus de la Gastro-entérite transmissible</i>	Passeriformes	•		
<i>Virus de l'Hépatite du Canard</i>	Anseriformes	•		
<i>Virus Influenza A faiblement pathogène</i>	Anseriformes Charadriiformes	•		
<i>Virus Influenza A hautement pathogène</i>	Accipitriformes* Anseriformes Strigiformes*	•	•	•
<i>Virus Louping Ill</i>	Charadriiformes* Galliformes	•		•
<i>Virus Sindbis</i>	Passeriformes		•	
<i>Virus Usutu</i>	Passeriformes Strigiformes		•	•
<i>Virus West-Nile</i>	Accipitriformes Charadriiformes* Falconiformes Galliformes* Passeriformes Pelecaniformes* Podicipediformes* Strigiformes	•	•	•

Tableau 15 (fin) Liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sélectionnés pour la hiérarchisation à l'issue de la consultation d'experts lors de l'enquête A0 et cibles concernées

Couples		Cible(s)		
<i>Danger biologique</i>	Ordre d'oiseaux sauvages	Animaux domestiques	Homme	Animaux sauvages
Parasitaire				
<i>Babesia</i> spp.	Passeriformes	●		
<i>Dermanyssus gallinae</i> *	Galliformes*			
	Passeriformes*			●
<i>Giardia intestinalis, G. lamblia</i>	Anseriformes		●	
	Charadriiformes			
<i>Leucocytozoon</i> spp.*	Columbiformes*			●
<i>Plasmodium</i> spp.*	Passeriformes*			●
<i>Toxoplasma gondii</i>	Anseriformes			
	Charadriiformes			
	Passeriformes		●	●
	Strigiformes*			
<i>Trichomonas gallinae</i>	Accipitriformes			
	Columbiformes			
	Falconiformes			●
	Passeriformes			
	Strigiformes			

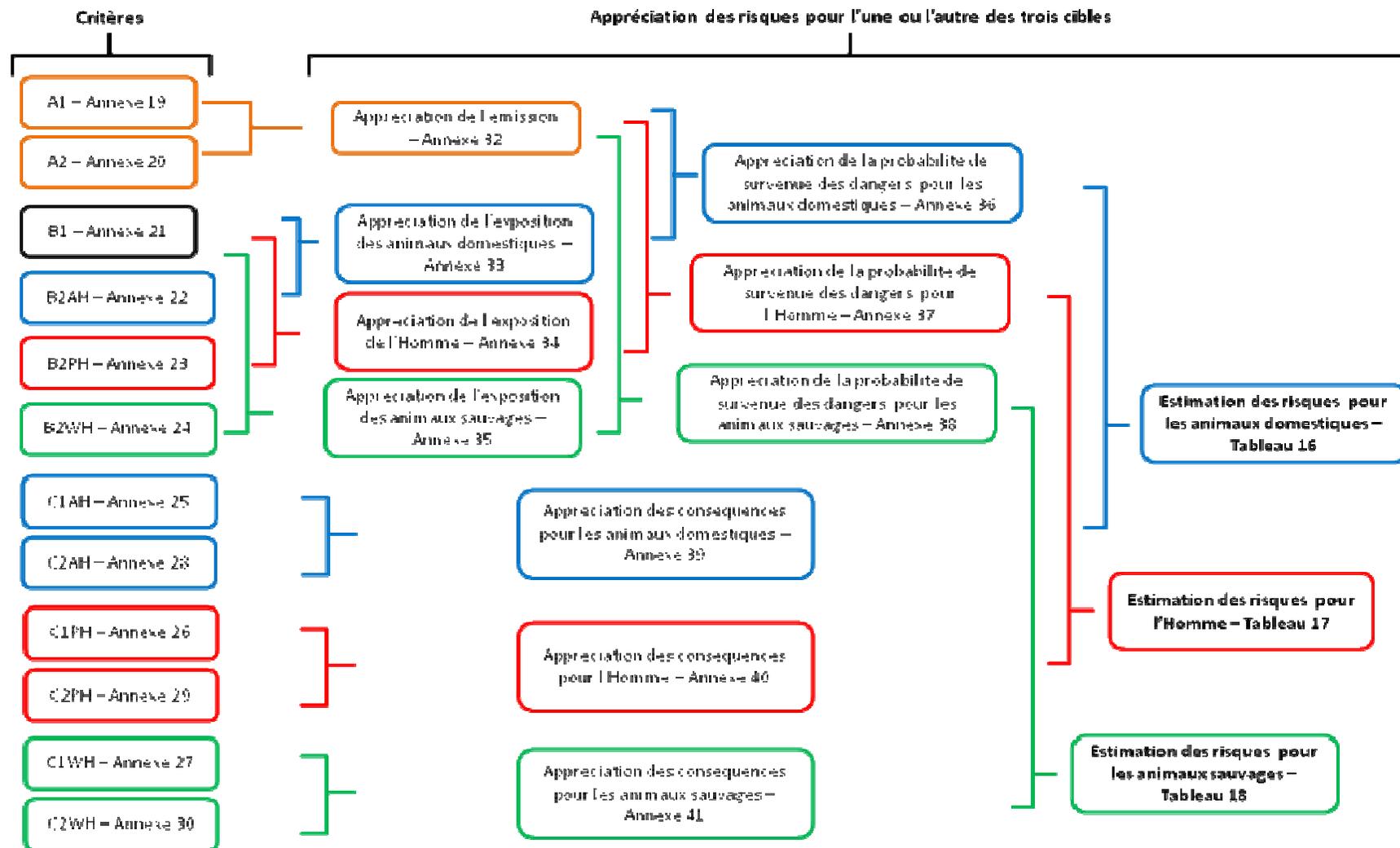


Figure 10 Schéma rappelant les différentes étapes d'agrégation des résultats jusqu'à l'étape finale d'estimation des risques
 Les résultats de chaque critère puis de chaque étape d'agrégation successive sont présentés dans les annexes ou tableaux indiqués.

III.C - Appréciation des risques

Les différents étapes successives ayant permis l'estimation des risques associés à chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » pour l'une et/ou l'autre des trois cibles (animaux domestiques, Homme, animaux sauvages) sont rappelées ci-contre (cf. Figure 10). Afin de ne pas surcharger le présent document avec de nombreux tableaux, nous avons choisi de présenter ceux-ci en annexes. Dans chacun des tableaux de résultats, les dangers biologiques, les ordres d'oiseaux sauvages ou les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » sont classés par ordre décroissant de niveau. Une synthèse des résultats par étape est présentée ci-dessous.

III.C.1 Critères

- a. Critère A1 : interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissances

Le mode de détermination du niveau de ce critère pour chaque couple est présenté en Annexe 18 à titre d'exemple pour l'ensemble des critères.

Les 119 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » évalués pour le critère A1 sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 19.

Quelque soit le niveau, une diversité de type de dangers (bactérie, virus, parasite) et d'ordres d'oiseaux sauvages sont retrouvés. Pour 85 % (101/119) des couples, le panel d'experts a exprimé un besoin de connaissances et cinquante trois (63/119) pour cent des couples ont un niveau supérieur ou égal à « confirmed strong ». Pour plus de la moitié des couples (61/119), le niveau obtenu est une réponse multiple (ex. : « suspected strong to confirmed strong »). Pour 60 % (72/119) des couples, moins de la moitié des experts se sont prononcés. Pour les *virus Influenza A* hautement pathogène et *West-Nile* uniquement, les experts qui se sont proclamés spécialistes ont donné des réponses opposées respectivement pour les ordres des Accipitriformes et Anseriformes et pour les ordres des Accipitriformes, Podicipediformes et Strigiformes.

- b. Critère A2 : distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe

Les 26 ordres d'oiseaux sauvages recensés à l'heure actuelle en Europe évalués pour le critère A2 sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 20.

Seuls 17 de ces ordres sont considérés dans la suite de ce travail. En effet, les ordres des Apodiformes, Cuculiformes, Caprimulgiformes, Coraciiformes, Bucerotiformes, Otidiformes, Phaethontiformes, Phoenicopteriformes et Pteroclidiformes n'ont précédemment pas été associés à un danger biologique. La majorité des ordres retenus (11/17) a une distribution spatio-temporelle modérée (« moderate ») à très large (« very wide »). Pour près de 70 % (18/26) des ordres, le niveau obtenu est une réponse unique. Pour chaque ordre, près de 70% minimum des experts se sont prononcés.

c. Critère B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs

Les 43 dangers biologiques évalués pour le critère B1 sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 21.

Plus de la moitié des dangers (23/43) ont un niveau de survie supérieur ou égal à « good ». Il s'agit alors principalement de bactéries et de parasites. La majorité des virus (63 % - 12/19) ont en effet un niveau de survie inférieur. Pour près de 70 % (22/46) des dangers, le niveau obtenu est une réponse unique. Pour la grande majorité (86 % - 37/46) des dangers, moins de la moitié des experts se sont prononcés. Par ailleurs, pour deux arbovirus (*virus Bagaza* et *virus Sindbis*), aucun expert n'en connaissait le niveau de survie.

d. Critère B2AH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages aux animaux domestiques

Les 68 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » évalués pour le critère B2AH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 22.

La majorité des couples (74 % - 50/68) ont un niveau de transmission aux animaux domestiques inférieur ou égal à limité (« limited ») dont 22 % (11/50) très limité (« very limited »). Les trois couples ayant un niveau supérieur ou égal à « wide » concernent des virus (*virus Influenza A* faiblement pathogène, *Paramyxovirus aviaire de type 1* et *virus West-Nile*). Pour près de 60 % des couples (40/68), le niveau obtenu est une réponse multiple. Pour 50 % des couples (34/68), moins de la moitié des experts se sont prononcés.

e. Critère B2PH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages à l'Homme

Les 62 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » évalués pour le critère B2PH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 23.

La majorité des couples (65 % - 40/62) ont un niveau de transmission à l'Homme inférieur ou égal à limité (« limited ») dont 38 % (15/40) très limité (« very limited »). Parmi les six couples ayant un niveau supérieur ou égal à « wide », trois concernent des arbovirus dont les Passeriformes sont porteurs (*virus Sindbis*, *virus Usutu* et *virus West-Nile*). Pour la moitié des couples (31/62), le niveau obtenu est une réponse unique. Pour plus de 60 % (38/62) des couples, moins de la moitié des experts se sont prononcés.

f. Critère B2WH : transmission du danger biologique des oiseaux sauvages aux animaux sauvages

Les 70 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » évalués pour le critère B2WH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 24.

Quarante pour cent (28/70) des couples ont un niveau de transmission aux animaux sauvages supérieur ou égal à « wide to very limited ». Parmi les 11 couples ayant un niveau supérieur ou égal à « wide », cinq concernent les Passeriformes et trois les Columbiformes. Une diversité de dangers biologiques sont concernés mais une seule bactérie (*Chlamydia psittaci*). Pour plus de la moitié (37/70) des couples, le niveau obtenu est une réponse multiple. Pour plus de la moitié (38/70) des couples, moins de la moitié des experts se sont prononcés. Pour le *virus West-Nile* uniquement, les experts qui se sont proclamés spécialistes ont donné des réponses opposées pour l'ordre des Falconiformes.

g. Critère CIAH : incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe

Les 24 dangers biologiques évalués pour le critère CIAH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 25.

Plus de la moitié (13/24) des dangers ont un niveau d'incidence supérieur ou égal à « common ». Soixante dix sept pour cent (10/13) d'entre eux sont des bactéries. Pour plus de 70 % des dangers (17/24), le niveau obtenu est une réponse unique. Pour 75 % (18/24) des dangers, plus de la moitié des experts se sont prononcés. Tous les dangers excepté le *virus Louping Ill* ont au moins un expert qui s'en est proclamé spécialiste. Pour un virus (*virus de la Bursite infectieuse*) et un parasite (*Babesia* spp.), les experts qui s'en sont proclamés spécialistes ont donné des réponses opposées. La variabilité des réponses fournies par les 26 experts localisés en France était similaire à celle des réponses produites par les experts des autres pays européens.

h. Critère C1PH : incidence de l'infection chez l'Homme en Europe

Les 18 dangers biologiques évalués pour le critère C1PH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 26.

Deux dangers bactériens ont le niveau d'incidence le plus élevé (« very common ») : *Campylobacter coli*, *C. jejuni* et *Salmonella enterica*. Pour plus de 60 % (11/18) des dangers, le niveau obtenu est une réponse unique. La variabilité des réponses fournies par les experts localisés dans trois pays du sud de l'Europe (Italie, Bulgarie, Grèce) était similaire à celle des réponses produites par les experts des autres pays excepté pour trois arbovirus de la liste (*virus Sindbis*, *virus Usutu* et *virus West-Nile*). Pour ces dangers, les experts des pays du Sud précédemment cités ont répondu unanimement « common » alors qu'ils sont estimés « rare to uncommon » par les experts des autres pays. Les *virus Usutu* et *Sindbis* sont les deux dangers pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés.

i. Critère C1WH : incidence de l'infection chez les animaux sauvages en Europe

Les 21 dangers biologiques évalués pour le critère C1WH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 27.

Cinquante deux pour cent (11/21) des dangers ont un niveau d'incidence supérieur ou égal à « common ». Une diversité de bactéries, virus et parasites y est représentée. Pour plus de la moitié des dangers (11/21), le niveau obtenu est une réponse multiple. Pour plus de la moitié des dangers (11/21), moins de la moitié des experts se sont prononcés.

j. Critère C2AH : sévérité, coûts de la maladie chez les animaux domestiques en Europe et préoccupation sociétale

Les 24 dangers biologiques évalués pour le critère C2AH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 28.

Plus de 20 pour cent (5/24) des dangers ont un niveau supérieur ou égal à « high ». Il s'agit de 3 bactéries (*Salmonella enterica*, *Coxiella burnetii* et *Mycobacterium avium paratuberculosis*) et de 2 virus (*virus Influenza A* hautement pathogène et *Paramyxovirus aviaire type 1*). Pour plus de la moitié des dangers (13/24), le niveau obtenu est une réponse unique. Tous les dangers excepté le *virus Louping Ill* ont au moins un expert qui s'en est proclamé spécialiste. Pour deux virus (*virus Influenza A* faiblement pathogène et *virus West-Nile*) et deux bactéries (*Coxiella burnetii* et *Escherichia coli* vérotoxigènes), les experts qui s'en sont proclamés spécialistes ont donné des

réponses opposées. La variabilité des réponses fournies par les 25 experts localisés en France était similaire à celle des réponses produites par les experts des autres pays européens excepté pour *l'Anatid herpesvirus 1* (« high » pour les experts de France ; « moderate to low » pour les experts des autres pays). Pour ce danger, ainsi que pour quatre autres dangers, moins de la moitié des experts se sont prononcés.

k. Critère C2PH : sévérité, coûts de la maladie chez l'Homme en Europe et préoccupation sociétale

Les 18 dangers biologiques évalués pour le critère C2PH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 29.

La moitié des dangers (9/18) ont un niveau supérieur ou égal à « high ». Parmi ceux-ci, 4 sont des arbovirus et 3 des agents de maladies d'origine alimentaire. Pour la moitié des dangers (9/18), le niveau obtenu est une réponse unique. Les *virus Usutu* et *Sindbis* sont les deux dangers pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés.

l. Critère C2WH : sévérité, coûts de la maladie chez les animaux sauvages en Europe et préoccupation sociétale

Les 21 dangers biologiques évalués pour le critère C2WH sont classés par ordre décroissant de niveau en Annexe 30.

Plus de 20 % (5/21) des dangers ont un niveau supérieur ou égal à « high ». Tous sont des virus dont trois des arbovirus. Pour plus de 70 % (15/21) des dangers, le niveau obtenu est une réponse unique. Pour moins de 20 % des dangers (4/21), moins de la moitié des experts se sont prononcés. Pour le *virus Influenza A* hautement pathogène et le parasite *Trichomonas gallinae*, les experts qui s'en sont proclamés spécialistes ont donné des réponses opposées.

III.C.2 Appréciation de la probabilité de survenue des dangers

Dans une démarche de synthèse, nous avons choisi ici de commenter directement les résultats issus des étapes d'appréciation de la probabilité de survenue des dangers pour chaque cible à partir des oiseaux sauvages.

A titre d'exemple pour l'ensemble des étapes d'agrégation, l'étape d'agrégation des critères A1 et A2 pour l'appréciation de l'émission pour chaque couple est détaillée en Annexe 31. Les résultats des étapes d'appréciation de l'émission des dangers biologiques par les oiseaux sauvages ainsi que d'exposition de l'une ou l'autre des trois cibles aux dangers biologiques à partir des oiseaux sauvages sont par ailleurs présentés en Annexes 32 à 35 par ordre décroissant de niveau pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » évalué.

a. Pour les animaux domestiques

Les résultats de l'appréciation de la probabilité de survenue des dangers pour les animaux domestiques sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 68 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Annexe 36.

Quatre couples ont un niveau supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Ceux-ci impliquent principalement les Charadriiformes porteurs des bactéries *Clostridium botulinum*, *Salmonella enterica* ou *Mycobacterium avium paratuberculosis*. Le *virus West-Nile* associé aux Passeriformes forme le quatrième couple. Plus de 45 % (31/68) des couples ont un niveau « modéré » de probabilité de survenue des dangers.

b. Pour l'Homme

Les résultats de l'appréciation de la probabilité de survenue des dangers pour l'Homme sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 62 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Annexe 37.

Moins de 10 pour cent (6/62) des couples ont un niveau supérieur ou égal à « élevé à faible ». Ceux-ci impliquent principalement les Charadriiformes ou les Anseriformes porteurs de bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases, de *Salmonella enterica* et/ou de *Giardia* spp. Le seul virus présent parmi ces six couples est le *virus West-Nile* porté par les Passeriformes. Plus de 45 % (28/62) des couples ont un niveau « modéré » de probabilité de survenue des dangers.

c. Pour les animaux sauvages

Les résultats de l'appréciation de la probabilité de survenue des dangers pour les animaux sauvages sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 70 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Annexe 38.

Treize pour cent (9/70) des couples ont un niveau supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Ceux-ci impliquent principalement les Passeriformes (5/9) porteurs des *virus Usutu* et *West-Nile*, de l'*Avipoxvirus*, de *Salmonella enterica* ou de *Plasmodium* spp. Parmi ces neuf couples, l'*Avipoxvirus* est par ailleurs impliqué à trois reprises (*Passeriformes*, *Columbiformes* et *Galliformes*). Près de 56 % (39/70) des couples ont un niveau « modéré » de probabilité de survenue des dangers.

III.C.3 Appréciation des conséquences

a. Pour les animaux domestiques

Les résultats de l'appréciation des conséquences pour les animaux domestiques d'une exposition aux dangers à partir des oiseaux sauvages sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 24 dangers biologiques concernés, en Annexe 39.

Quatre dangers ont un niveau supérieur ou égal à « élevé à faible ». Ceux-ci n'impliquent que des bactéries (*Coxiella burnetii*, *Mycobacterium avium paratuberculosis*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* vérotoxinogènes). Près de la moitié (11/24) des couples ont un niveau de conséquences inférieur ou égal à « faible à modéré ».

b. Pour l'Homme

Les résultats de l'appréciation des conséquences pour l'Homme d'une exposition aux dangers à partir des oiseaux sauvages sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 18 dangers biologiques concernés, en Annexe 40.

Trois dangers ont un niveau supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Ceux-ci n'impliquent que des bactéries : *Salmonella enterica* ; *Campylobacter coli*, *C. jejuni* et *Escherichia coli* vérotoxinogènes. Quatre arbovirus (*virus West-Nile*, *virus Usutu*, *virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo* et *virus de l'Encéphalite européenne à tiques*) ont un niveau de conséquences « modéré » ou « modéré à élevé ».

Tableau 16 Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour les animaux domestiques en Europe classés par niveau décroissant (les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ; l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes	élevé à modéré
<i>Salmonella enterica</i>	Passeriformes	élevé à modéré
<i>Clostridium botulinum</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Ciconiiformes	élevé à modéré ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B1}
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Coxiella burnetii</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Mycobacterium avium</i>	Passeriformes	modéré à élevé
<i>West-Nile virus</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Columbiformes	modéré à élevé ^{A1,B1}
<i>Coxiella burnetii</i>	Galliformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Salmonella enterica</i>	Suliformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Psittaciformes	modéré
<i>Clostridium botulinum</i>	Anseriformes	modéré
<i>Mycobacterium avium</i>	Anseriformes	modéré
<i>Mycobacterium avium</i>	Columbiformes	modéré
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Passeriformes	modéré ^{B1}
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Galliformes	modéré ^{B1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Low pathogenic</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Low pathogenic</i>	Charadriiformes	modéré ^{B1}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Galliformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Accipitriformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Clostridium botulinum</i>	Gaviiformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Clostridium botulinum</i>	Podicipediformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Infectious bronchitis virus</i>	Galliformes	modéré ^{B1,B2}
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Passeriformes	modéré ^{B1,B2}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Procellariiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Pasteurella multocida</i>	Gruiformes	modéré ^{A1,B1,B2}

c. Pour les animaux sauvages

Les résultats de l'appréciation des conséquences pour les animaux sauvages d'une exposition aux dangers à partir des oiseaux sauvages sont présentés, par ordre décroissant de niveau pour les 21 dangers biologiques concernés, en Annexe 41.

Trichomonas gallinae est le seul danger présentant un niveau supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Plus de la moitié (11/21) des dangers ont un niveau inférieur ou égal à « faible à modéré ».

III.C.4 Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages (Objectif OS2)

a. Pour les animaux domestiques

Les résultats de l'estimation des risques pour les animaux domestiques en Europe sont présentés, pour les 68 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Tableau 16.

Aucun niveau de risque élevé n'a été obtenu et moins de 18 % (12/68) des couples ont un niveau de risque « élevé à modéré ». Soixante quatorze pour cent (50/68) des couples ont un niveau de risque inférieur ou égal à « modéré ».

Tableau 16 (fin) Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour les animaux domestiques en Europe classés par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Pasteurella multocida</i>	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Infectious bronchitis virus</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Anatid herpesvirus 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1,C2}
<i>Duck virus hepatitis</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1,C2}
<i>Mycoplasma synoviae</i>	Galliformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Mycoplasma synoviae</i>	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Mycobacterium avium</i>	Galliformes	modéré à faible
<i>West-Nile virus</i>	Accipitriformes	modéré à faible ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Charadriiformes	modéré à faible ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Falconiformes	modéré à faible ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Strigiformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Mycobacterium avium</i>	Gruiformes	modéré à faible ^{A1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Galliformes	modéré à faible ^{B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	Piciformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Babesia</i> spp.	Passeriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Gallid herpesvirus 1</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Infectious bursal disease virus</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Pelecaniformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Podicipediformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Metapneumovirus</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Louping Ill virus</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Louping Ill virus</i>	Charadriiformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Transmissible gastroenteritis virus</i>	Passeriformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}

Tableau 17 Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour l'Homme en Europe classés par niveau décroissant
(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ; l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes	élevé
<i>Salmonella enterica</i>	Passeriformes	élevé
<i>Salmonella enterica</i>	Ciconiiformes	élevé ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Columbiformes	élevé ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Charadriiformes	élevé ^{A1,B2}
<i>ESBL, ESBL-carba antibiotic resistant bacteria</i>	Anseriformes	élevé ^{A1,B1,B2}
<i>ESBL, ESBL-carba antibiotic resistant bacteria</i>	Charadriiformes	élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Anseriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1,B1}
<i>Salmonella enterica</i>	Suliformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Escherichia coli verotoxinogen</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Accipitriiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Strigiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B2}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Anseriformes	modéré à élevé ^{A1,B1}
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Giardia intestinalis, G. lamblia</i>	Anseriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Giardia intestinalis, G. lamblia</i>	Charadriiformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Usutu virus</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B1,B2,CL,C2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Accipitriiformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Coxiella burnetii</i>	Galliformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Coxiella burnetii</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Galliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Piciformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}

b. Pour l'Homme

Les résultats de l'estimation des risques pour l'Homme en Europe sont présentés pour les 62 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Tableau 17.

Vingt trois pour cent (14/62) des couples ont un niveau de risque supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Près de 55 % des couples (34/62) ont un niveau de risque inférieur ou égal à « modéré ».

Tableau 17 (fin) Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour l'Homme en Europe classés par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Crimean-congo haemorrhagic fever virus</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Crimean-congo haemorrhagic fever virus</i>	Galliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>European tick-born encephalitis virus</i>	Anseriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>European tick-born encephalitis virus</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Pelecaniformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Usutu virus</i>	Strigiformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Passeriformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Psittaciformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1}
<i>Vibrio cholera</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Vibrio cholera</i>	Charadriiformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Procellariiformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Accipitriformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Charadriiformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Passeriformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Pelecaniformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Sindbis virus*</i>	Passeriformes	indéterminé/faible à négligeable ^{A1,B1,B2,C1,C2}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 18 Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour les animaux sauvages en Europe classés par niveau décroissant (les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ; l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Clostridium botulinum</i>	Charadriiformes	élevé ^{A1}
<i>Usutu virus</i>	Passeriformes	élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Passeriformes	élevé ^{B1}
<i>Clostridium botulinum</i>	Anseriformes	élevé à modéré
<i>Salmonella enterica</i>	Passeriformes	élevé à modéré
<i>Salmonella enterica</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Accipitriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Falconiformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Avipoxvirus</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
<i>Avipoxvirus</i>	Columbiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Accipitriformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>West-Nile virus</i>	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>Clostridium botulinum</i>	Gaviiformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Clostridium botulinum</i>	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Avipoxvirus</i>	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
<i>Avipoxvirus</i>	Galliformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Strigiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Strigiformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes	modéré
<i>Salmonella enterica</i>	Ciconiiformes	modéré ^{A1}
<i>Salmonella enterica</i>	Columbiformes	modéré ^{A1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Passeriformes	modéré ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Psittaciformes	modéré ^{B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Galliformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Accipitriformes	modéré ^{A1,B1}
<i>Salmonella enterica</i>	Suliformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Usutu virus</i>	Strigiformes	modéré ^{B1,B2}
<i>Clostridium perfringens</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1}
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Galliformes	modéré ^{B1,C1}
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1}

c. Pour les animaux sauvages

Les résultats de l'estimation des risques pour les animaux sauvages en Europe sont présentés pour les 70 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » concernés, en Tableau 18.

Onze couples ont un niveau de risque supérieur ou égal à « élevé à modéré ». Pour plus des deux tiers des couples (47/70), le niveau de risque est inférieur ou égal à « modéré ».

Tableau 18 (fin) Estimation des risques associés aux dangers portés par les oiseaux sauvages pour les animaux sauvages en Europe classés par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
<i>Plasmodium</i> spp.	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Gruiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Pasteurella multocida</i>	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avian Influenza virus Highly pathogenic</i>	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avian paramyxovirus 1</i>	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>West-Nile virus</i>	Pelecaniformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Clostridium perfringens</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,C1}
<i>Clostridium perfringens</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Leucocytozoon</i> spp.	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Avian circovirus</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Avian circovirus</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Avian circovirus</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Procellariiformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Galliformes	modéré à faible ^{B1,B2,C1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Piciformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Avian circovirus</i>	Psittaciformes	modéré à faible ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Suttonella ornithicola</i>	Passeriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Avian circovirus</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Louping Ill virus</i>	Galliformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Louping Ill virus</i>	Charadriiformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Bagaza virus*</i>	Galliformes	indéterminé/modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 19 Couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à surveiller en priorité pour maîtriser les risques infectieux, associés aux oiseaux sauvages, pour les animaux domestiques (Classement par ordre alphabétique)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages
<i>Clostridium botulinum</i>	Charadriiformes
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes Passeriformes
<i>Escherichia coli</i> vérotoxigènes	Charadriiformes Passeriformes
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Charadriiformes Passeriformes
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes Passeriformes Charadriiformes Ciconiiformes Columbiformes

Tableau 20 Couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à surveiller en priorité pour maîtriser les risques infectieux, associés aux oiseaux sauvages, pour l'Homme (Classement par ordre alphabétique)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages
Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)	Anseriformes Charadriiformes
<i>Escherichia coli</i> vérotoxigènes	Charadriiformes Columbiformes Passeriformes
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Anseriformes Passeriformes
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes Charadriiformes Ciconiiformes Columbiformes Passeriformes Suliformes
<i>Virus West-Nile</i>	Passeriformes

III.D - Catégorisation des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages »

Conformément à la méthode présentée en II.G et afin de répondre aux objectifs opérationnels annoncés, trois classements et catégorisations des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » ont été réalisés pour chaque cible.

III.D.1 Identification des couples à surveiller en priorité (Objectif OO1)

a. Pour les animaux domestiques

Les couples à surveiller en priorité pour maîtriser les risques pour les animaux domestiques sont présentés dans le Tableau 19. Il s'agit de cinq dangers bactériens dont principalement *Salmonella enterica*, porté par cinq ordres d'oiseaux sauvages distincts. Les Charadriiformes et les Passeriformes sont les deux ordres les plus fréquemment retrouvés.

b. Pour l'Homme

Les couples à surveiller en priorité pour maîtriser les risques pour l'Homme sont présentés dans le Tableau 20. Il s'agit de quatre dangers bactériens, dont trois responsables de maladies d'origine alimentaire, et du *virus West-Nile* associé aux Passeriformes. *Salmonella enterica*, porté par six ordres d'oiseaux sauvages distincts, est le danger le plus fréquemment retrouvé.

c. Pour les animaux sauvages

Les couples à surveiller en priorité pour maîtriser les risques pour les animaux sauvages sont présentés dans le Tableau 21. Il s'agit de deux bactéries, 3 virus dont 2 arbovirus et du parasite *Trichomonas gallinae*, danger le plus fréquemment retrouvé. L'ordre des Passeriformes est l'ordre le plus représenté.

Tableau 21 Couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à surveiller en priorité pour maîtriser les risques infectieux, associés aux oiseaux sauvages, pour les animaux sauvages (Classement par ordre alphabétique)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages
<i>Clostridium botulinum</i>	Anseriformes Charadriiformes
<i>Salmonella enterica</i>	Charadriiformes Passeriformes
<i>Avipoxvirus</i>	Passeriformes
<i>Virus Usutu</i>	Passeriformes
<i>Virus West-Nile</i>	Passeriformes
<i>Trichomonas gallinae</i>	Accipitriformes Columbiformes Falconiformes Passeriformes

Tableau 22 Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ;
l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries		
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
	Galliformes	modéré ^{A1,B1}
	Passeriformes	modéré ^{B1}
	Procellariiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Psittaciformes	modéré
<i>Clostridium botulinum</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
	Anseriformes	modéré
	Gaviiformes	modéré ^{A1,B2}
	Podicipediformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
	Galliformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B1}
	Columbiformes	modéré à élevé ^{A1,B1}
<i>Mycobacterium avium</i>	Passeriformes	modéré à élevé
	Anseriformes	modéré
	Columbiformes	modéré
	Galliformes	modéré à faible
	Gruiformes	modéré à faible ^{A1,B2}
<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Galliformes	modéré ^{B1}
	Passeriformes	modéré ^{B1,B2}
<i>Mycoplasma synoviae</i>	Galliformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1}
	Gruiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes	élevé à modéré
	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
	Ciconiiformes	élevé à modéré ^{A1}

II.D.2 Risques associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique (Objectif OO2)

Pour chaque danger biologique étudié, les ordres d'oiseaux sauvages associés sont présentés par ordre décroissant de niveau de risque estimé dans les Tableaux 22, 23 et 24 respectivement pour les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages.

Tableau 22 (suite) Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries (suite)		
<i>Salmonella enterica</i>	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1}
	Passeriformes	élevé à modéré
	Suliformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Columbiformes	modéré ^{A1,B1}
	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
	Piciformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Virus		
<i>Anatid herpesvirus 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1,C2}
<i>Gallid herpesvirus 1</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Metapneumovirus</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Columbiformes	modéré ^{B1}
	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Virus de la Bronchite Infectieuse Aviaire</i>	Galliformes	modéré ^{B1,B2}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Virus de la Bursite Infectieuse Aviaire</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Virus de la Gastro-entérite transmissible</i>	Passeriformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Virus de l'Hépatite du Canard</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1,C2}
<i>Virus Influenza A faiblement pathogène</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Charadriiformes	modéré ^{B1}
<i>Virus Influenza A hautement pathogène</i>	Accipitriformes	modéré ^{A1,B1}
	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Virus Louping Ill</i>	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Charadriiformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Virus West-Nile</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B1}
	Accipitriformes	modéré à faible ^{B1}

Tableau 22 (fin) Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Virus (suite)		
<i>Virus West-Nile</i>	Charadriiformes	modéré à faible ^{B1}
	Falconiformes	modéré à faible ^{B1}
	Galliformes	modéré à faible ^{B1,B2}
	Pelecaniformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
	Podicipediformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
	Strigiformes	modéré à faible ^{B1}
Parasites		
<i>Babesia</i> spp.	Passeriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}

Tableau 23 Risques estimés pour l'Homme associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ; l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries		
Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)	Anseriformes	élevé ^{A1,B1,B2}
	Charadriiformes	élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B2}
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Anseriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré à faible ^{B1}
	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1}
	Passeriformes	modéré à faible ^{B1}
	Psittaciformes	modéré à faible ^{B1}
	Procellariiformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Coxiella burnetii</i>	Columbiformes	modéré ^{A1,B2}
	Galliformes	modéré ^{A1,B2}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1}
	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}

Tableau 23 (suite) Risques estimés pour l'Homme associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries (suite)		
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	Accipitriformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
	Charadriiformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
	Passeriformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
	Pelecaniformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
	Columbiformes	élevé à modéré ^{A1,B1}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Salmonella enterica</i>	Anseriformes	élevé
	Charadriiformes	élevé ^{A1,B2}
	Ciconiiformes	élevé ^{A1}
	Columbiformes	élevé ^{A1}
	Passeriformes	élevé
	Suliformes	élevé à modéré ^{A1,B2}
<i>Vibrio cholera</i>	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1}
	Charadriiformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Galliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Piciformes	modéré ^{A1,B1,B2}
Virus		
<i>Virus de l'Encéphalite européenne à tiques</i>	Anseriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Galliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	Accipitriformes	modéré ^{A1,B1}
	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Anseriformes	modéré à faible ^{B1}
<i>Virus Sindbis</i> *	Passeriformes	indéterminé/faible à négligeable ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Virus Usutu</i>	Passeriformes	modéré à élevé ^{B1,B2,C1,C2}
	Strigiformes	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Virus West-Nile</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Accipitriformes	modéré à élevé ^{B1}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 23 (fin) Risques estimés pour l'Homme associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Virus (suite)		
<i>Virus West-Nile</i>	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	Strigiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Pelecaniformes	modéré ^{A1,B1,B2}
Parasites		
<i>Giardia intestinalis, G. lamblia</i>	Anseriformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	Charadriiformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Anseriformes	modéré à élevé ^{A1,B1}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}

Tableau 24 Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant
(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ;
l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries		
<i>Chlamydia psittaci</i>	Columbiformes	modéré ^{B1}
	Galliformes	modéré ^{A1,B1}
	Passeriformes	modéré ^{B1}
	Psittaciformes	modéré ^{B1}
	Procellariiformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Clostridium botulinum</i>	Charadriiformes	élevé ^{A1}
	Anseriformes	élevé à modéré
	Gaviiformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B2}
<i>Clostridium perfringens</i>	Anseriformes	modéré ^{B1,C1}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,C1}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}

Tableau 24 (suite) Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Bactéries (suite)		
<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	Galliformes	modéré ^{B1,C1}
	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1}
<i>Pasteurella multocida</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1}
	Gruiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Salmonella enterica</i>	Charadriiformes	élevé à modéré ^{A1}
	Passeriformes	élevé à modéré
	Anseriformes	modéré
	Ciconiiformes	modéré ^{A1}
	Columbiformes	modéré ^{A1}
	Suliformes	modéré ^{A1,B2}
<i>Suttonella ornithicola</i>	Passeriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Galliformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
	Piciformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
Virus		
<i>Circovirus aviaires</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Anseriformes	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Psittaciformes	modéré à faible ^{B1,B2,C1,C2}
<i>Virus Influenza A hautement pathogène</i>	Accipitriformes	modéré ^{A1,B1}
	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	Anseriformes	modéré ^{B1}
	Columbiformes	modéré ^{B1}
	Suliformes	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Avipoxvirus</i>	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Columbiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
	Galliformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
<i>Virus Bagaza*</i>	Galliformes	indéterminé/modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 24 (fin) Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux ordres d'oiseaux sauvages par danger biologique et par niveau décroissant

Dangers biologiques	Ordres d'oiseaux sauvages	Niveau
Virus (suite)		
<i>Virus Louping Ill</i>	Galliformes	faible à modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	Charadriiformes	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Virus Usutu</i>	Passeriformes	élevé ^{B1}
	Strigiformes	modéré ^{B1,B2}
<i>Virus West-Nile</i>	Passeriformes	élevé ^{B1}
	Accipitriformes	modéré à élevé ^{B1}
	Charadriiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Falconiformes	modéré à élevé ^{B1}
	Galliformes	modéré à élevé ^{B1}
	Podicipediformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	Strigiformes	modéré à élevé ^{B1,B2}
Pelecyaniformes	modéré ^{A1,B1,B2}	
Parasites		
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Galliformes	modéré à faible ^{B1,B2,C1}
<i>Leucocytozoon</i> spp.	Columbiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
<i>Plasmodium</i> spp.	Passeriformes	modéré ^{B1,B2,C1}
<i>Toxoplasma gondii</i>	Charadriiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Passeriformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	Strigiformes	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Trichomonas gallinae</i>	Accipitriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Columbiformes	élevé à modéré ^{B1}
	Falconiformes	élevé à modéré ^{B1}
	Passeriformes	élevé à modéré ^{B1}
	Strigiformes	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}

III.D.3 Risques associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages (Objectif OO3)

Pour chaque ordre d'oiseaux sauvages étudié, les dangers biologiques associés sont présentés par ordre décroissant de niveau de risque estimé dans les Tableaux 25, 26 et 27 respectivement pour les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages.

Tableau 25 Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant
(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ;
l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Accipitriformes	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{B1}
Anseriformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré
	<i>Clostridium botulinum</i>	modéré
	<i>Mycobacterium avium</i>	modéré
	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{B1}
	<i>Anatid herpesvirus 1</i>	modéré ^{B1,C1,C2}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{B1}
	<i>Virus Influenza A</i> faiblement pathogène	modéré ^{B1}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{B1}
	<i>Duck virus hepatitis</i>	modéré ^{B1,C1,C2}
Charadriiformes	<i>Clostridium botulinum</i>	élevé à modéré ^{A1}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	élevé à modéré ^{A1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré ^{A1}
	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1}
	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Influenza A</i> faiblement pathogène	modéré ^{B1}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{B1}
<i>Louping Ill virus</i>	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}	
Ciconiiformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré ^{A1}
Columbiformes	<i>Coxiella burnetii</i>	élevé à modéré ^{A1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré ^{A1}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	modéré à élevé ^{A1,B1}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{B1}
	<i>Mycobacterium avium</i>	modéré
	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{B1}

Tableau 25 (suite) Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Falconiformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{B1}
Galliformes	<i>Coxiella burnetii</i>	modéré à élevé ^{A1,B2}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{A1,B1}
	<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	modéré ^{B1}
	<i>Mycoplasma synoviae</i>	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
	<i>Virus de la Bronchite Infectieuse Aviaire</i>	modéré ^{B1,B2}
	<i>Mycobacterium avium</i>	modéré à faible
	<i>Gallid herpesvirus 1</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus de la Bursite Infectieuse Aviaire</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Louping Ill</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	<i>Metapneumovirus</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{B1,B2}	
Gaviiformes	<i>Clostridium botulinum</i>	modéré ^{A1,B2}
Gruiformes	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Mycobacterium avium</i>	modéré à faible ^{A1,B2}
Passeriformes	<i>Coxiella burnetii</i>	élevé à modéré ^{A1,B2}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	élevé à modéré ^{A1,B1}
	<i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i>	élevé à modéré ^{A1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré
	<i>Mycobacterium avium</i>	modéré à élevé
	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{B1}
	<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	modéré ^{B1,B2}
	<i>Mycoplasma synoviae</i>	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
	<i>Virus de la Bronchite Infectieuse Aviaire</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
<i>Babesia</i> spp.	modéré à faible ^{A1,B1,B2}	
<i>Virus de la Gastro-entérite transmissible</i>	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}	
Pelecaniformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Piciformes	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Podicipediformes	<i>Clostridium botulinum</i>	modéré ^{A1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Procellariiformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
Psittaciformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré
Strigiformes	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à faible ^{B1}

Tableau 25 (fin) Risques estimés pour les animaux domestiques associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Suliformes	<i>Salmonella enterica</i>	modéré à élevé ^{A1,B2}
	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{A1,B1,B2}

Tableau 26 Risques estimés pour l'Homme associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ;
l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Accipitriformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1}
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
Anseriformes	Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)	élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Giardia intestinalis</i> , <i>G. lamblia</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré à élevé ^{A1,B1}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{B1}
	<i>Virus de l'Encéphalite européenne</i> à tiques	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	modéré à faible ^{A1,B1}
	<i>Vibrio cholera</i>	modéré à faible ^{A1,B1}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré à faible ^{B1}
Charadriiformes	Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)	élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé ^{A1,B2}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	modéré à élevé ^{B1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Giardia intestinalis</i> , <i>G. lamblia</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Vibrio cholera</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	faible à modéré ^{A1,B1,B2}	

Tableau 26 (suite) Risques estimés pour l'Homme associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Ciconiiformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé ^{A1}
Columbiformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé ^{A1}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	élevé à modéré ^{A1,B1}
	<i>Coxiella burnetii</i>	modéré ^{A1,B2}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré à faible ^{B1}
Falconiformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
Galliformes	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Coxiella burnetii</i>	modéré ^{A1,B2}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus de la Fièvre hémorragique de Crimée-Congo</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré à faible ^{A1,B1}
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Passeriformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Escherichia coli</i> vérotoxino-gènes	élevé à modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i>	modéré à élevé ^{B2}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Usutu</i>	modéré à élevé ^{B1,B2,C1,C2}
	<i>Coxiella burnetii</i>	modéré ^{A1,B2}
	<i>Virus de l'Encéphalite européenne à tiques</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré à faible ^{B1}
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Sindbis</i> *	indéterminé/faible à négligeable ^{A1,B1,B2,C1,C2}
Pelecaniformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
Piciformes	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
Podicipediformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
Procellariiformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	faible à modéré ^{A1,B1,B2}
Psittaciformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré à faible ^{B1}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 26 (fin) Risques estimés pour l'Homme associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Strigiformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Usutu</i>	modéré ^{B1,B2,C1,C2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
Suliformes	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré ^{A1,B2}

Tableau 27 Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

(les zones grisées regroupent les couples pour lesquels moins de la moitié des experts se sont prononcés pour au moins un des critères utilisés pour les agrégations précédentes ;
l'identité du/des critère(s) impliqué(s) est mentionnée en exposant à côté du niveau de risque)

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Accipitriformes	<i>Trichomonas gallinae</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1}
Anseriformes	<i>Clostridium botulinum</i>	élevé à modéré
	<i>Clostridium perfringens</i>	modéré ^{B1,C1}
	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{B1}
	<i>Salmonella enterica</i>	modéré
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{B1}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{B1}
Charadriiformes	<i>Circovirus aviaires</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	<i>Clostridium botulinum</i>	élevé ^{A1}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré ^{A1}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Clostridium perfringens</i>	modéré ^{A1,B1,C1}
	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1}
	<i>Yersinia enterocolitica, Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Circovirus aviaires</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Virus Louping Ill</i>	faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}
Ciconiiformes	<i>Salmonella enterica</i>	modéré ^{A1}
Columbiformes	<i>Trichomonas gallinae</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Avipoxvirus</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{B1}
	<i>Salmonella enterica</i>	modéré ^{A1}

Tableau 27 (suite) Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Columbiformes (suite)	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Circovirus aviaires</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{B1}
	<i>Leucocytozoon</i> spp.	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
Falconiformes	<i>Trichomonas gallinae</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Avipoxvirus</i>	modéré à élevé ^{B1,B2}
	<i>West-Nile virus</i>	modéré à élevé ^{B1}
Galliformes	<i>Avipoxvirus</i>	modéré à élevé ^{B1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{A1,B1}
	<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	modéré ^{B1,C1}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Dermanyssus gallinae</i>	modéré à faible ^{B1,B2,C1}
	<i>Virus Louping Ill</i> <i>Virus Bagaza</i> *	faible à modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2} indéterminé/modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
Gaviiformes	<i>Clostridium botulinum</i>	modéré à élevé ^{A1,B2}
Gruiformes	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
Passeriformes	<i>Virus Usutu</i>	élevé ^{B1}
	<i>Virus West-Nile</i>	élevé ^{B1}
	<i>Salmonella enterica</i>	élevé à modéré
	<i>Avipoxvirus</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Trichomonas gallinae</i>	élevé à modéré ^{B1}
	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{B1}
	<i>Clostridium perfringens</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Mycoplasma gallisepticum</i>	modéré ^{B1,B2,C1}
	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Circovirus aviaires</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1,C2}
	<i>Dermanyssus gallinae</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
	<i>Plasmodium</i> spp.	modéré ^{B1,B2,C1}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
<i>Suttonella ornithicola</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1,C2}	
Pelecaniformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
Piciformes	<i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Y. pseudotuberculosis</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2,C1}
Podicipediformes	<i>Clostridium botulinum</i>	modéré à élevé ^{A1,B2}
	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}

*danger pour lequel le risque n'a pu être estimé du fait d'une probabilité de survenue du danger indéterminée. Le niveau indiqué correspondant à « niveau de probabilité de survenue du danger/niveau de conséquences ».

Tableau 27 (fin) Risques estimés pour les animaux sauvages associés aux dangers biologiques par ordre d'oiseaux sauvages et par niveau décroissant

Ordres d'oiseaux sauvages	Dangers biologiques	Niveau
Procellariiformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré à faible ^{A1,B1,B2}
Psittaciformes	<i>Chlamydia psittaci</i>	modéré ^{B1}
	<i>Circovirus aviaires</i>	modéré à faible ^{B1,B2,C1,C2}
Strigiformes	<i>Virus West-Nile</i>	modéré à élevé ^{B1,B2}
	<i>Trichomonas gallinae</i>	modéré à élevé ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Influenza A</i> hautement pathogène	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Virus Usutu</i>	modéré ^{B1,B2}
	<i>Toxoplasma gondii</i>	modéré ^{A1,B1,B2,C1}
Suliformes	<i>Pasteurella multocida</i>	modéré ^{A1,B1,B2}
	<i>Salmonella enterica</i>	modéré ^{A1,B2}
	<i>Paramyxovirus aviaire type 1</i>	modéré ^{A1,B1,B2}

IV - Discussion

Les hiérarchisations et classements de couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » que nous avons réalisés en fonction du risque estimé qu'ils peuvent représenter pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages en Europe sont des travaux originaux des points de vue de la thématique traitée, et donc des résultats produits, ainsi que de la méthode utilisée. Ils apportent des connaissances nouvelles pour l'appréciation des risques associés à la faune sauvage en Europe. Nous revenons dans le développement qui va suivre sur ces différents points et apportons des précisions concernant l'interprétation des résultats.

IV.A - A propos de la thématique

Aucune hiérarchisation des risques infectieux associés aux oiseaux sauvages en Europe afin de déterminer des priorités de surveillance épidémiologique n'avait jusqu'à présent été réalisée. Bien que la détermination de priorité en terme de surveillance de dangers biologiques portés par la faune sauvage en Europe ait récemment fait l'objet de travaux, ceux-ci concernaient l'élaboration d'un outil utilisable pour toutes les classes d'animaux sauvages (Tavernier *et al.*, 2011) ou les risques associés aux agents responsables de maladies chez les Ruminants domestiques et/ou chez la faune sauvage (Ciliberti *et al.*, 2014). Des appréciations de risque (*risk assessment*) impliquant spécifiquement les oiseaux sauvages ont en revanche été réalisées. Celles-ci ont essentiellement concerné les *virus de l'Influenza aviaire* portés principalement par des oiseaux des ordres des Anseriformes et des Charadriiformes (Afssa, 2005 ; EFSA, 2006 ; DEFRA, 2006 ; OVF, 2006 ; Pfeiffer, 2007 ; Zepeda, 2007 ; Martinez *et al.*, 2009 ; Gale *et al.*, 2014) et, dans une moindre mesure, des arbovirus transmis par les moustiques et portés par des oiseaux de l'ordre des Passeriformes (*Virus West-Nile*, *Virus Usutu*, *Virus Sindbis*) (Buckley *et al.*, 2003 ; Patel *et al.*, 2009 ; ECDC, 2011 ; Vazquez *et al.*, 2011). Des études rapportant des appréciations simultanées de risques associés à des agents bactériens ou parasitaires, responsables de zoonoses alimentaires et portés par des espèces de gibier à plumes (ordre des Anseriformes, Columbiformes, Galliformes) ont également été publiées (Coburn *et al.*, 2005 ; Horigan *et al.*, 2014) permettant l'identification des dangers les plus à risque pour le chasseur et/ou le consommateur. Notre étude abordant une diversité d'agents biologiques (ex. : bactéries entériques, arbovirus) portés par une diversité d'oiseaux sauvages apporte ainsi des connaissances nouvelles pour l'appréhension des risques infectieux liées à la faune sauvage en Europe.

IV.B - A propos de la stratégie d'étude

IV.B.1 Trois cibles - trois hiérarchisations

Notre méthode a consisté à réaliser des hiérarchisations distinctes pour trois cibles différentes (les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages) sans présenter une hiérarchisation unique pour toutes les cibles confondues comme résultat final. Notre approche a été alors similaire aux méthodes développées par des équipes ayant également spécifiquement considéré la faune sauvage comme source de dangers (McKenzie *et al.*, 2007 ; Tavernier *et al.*, 2011). Des classements de dangers par niveau de risque pour 4 (animaux domestiques de production, animaux de compagnie, Homme, faune sauvage libre) à 5 (faune sauvage captive en plus) cibles distinctes étaient proposées. Ces équipes proposaient en revanche également la possibilité de réaliser un classement unique où plusieurs cibles étaient prises en compte (ex. : animaux domestiques, Homme, faune sauvage libre). Dans les cas d'évaluation des risques associés à des dangers pour plusieurs catégories d'êtres

vivants, une hiérarchisation unique pour les différentes cibles est en effet la méthode généralement utilisée (Cardoen *et al.*, 2009 ; Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Ciliberti *et al.*, 2014 ; Cox *et al.*, 2013 ; Rist *et al.*, 2014). Les animaux domestiques de production et l'Homme sont alors les cibles prises en considération mais certaines études intègrent également la faune sauvage (Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Ciliberti *et al.*, 2014). Une hiérarchisation unique nécessite à un moment ou un autre de la détermination des niveaux de risque par danger, une étape de pondération des cibles les unes par rapport aux autres, étape à laquelle les gestionnaires de risque participent généralement (Cardoen *et al.*, 2009 ; Tavernier *et al.*, 2011 ; Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Cox *et al.*, 2013 ; Rist *et al.*, 2014). Pour notre part, nous n'avons pas choisi cette approche car nous avons des contraintes matérielles ne nous permettant pas d'organiser une consultation de gestionnaires sur ce point et nous ne souhaitons pas statuer par nous-même sur l'importance d'une cible par rapport aux autres. Ce choix nous permettait par ailleurs de pouvoir communiquer ultérieurement facilement nos résultats de manière distincte auprès des gestionnaires du risque des trois catégories cibles indépendamment. Par ailleurs, alors qu'il est difficile d'obtenir un classement par cible à partir d'un classement unique, il est toujours possible, à partir de classement par cibles, de réaliser un classement unique en ajoutant éventuellement des poids aux cibles et en les combinant.

IV.B.2 Plusieurs enquêtes pour un panel multidisciplinaire d'experts

Plusieurs enquêtes complémentaires faisant appel à des avis d'experts de domaines différents ont été utilisées. L'expertise collective est, en effet, largement répandue en santé publique et santé animale (*cf.* I.A et I.C). Elle était ici d'autant plus indiquée que les données épidémiologiques concernant les maladies de la faune sauvage en Europe sont moins nombreuses que celles concernant les animaux et/ou l'Homme et que les experts dans ce domaine représentent alors une source de données intéressantes. Ensuite, des contraintes matérielles ne nous ont pas permis d'organiser des travaux de groupe comme cela est souvent pratiqué (ex. : Capek, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Anses, 2012b ; Del Rio Vilas *et al.*, 2013 ; Rist *et al.*, 2014). Les experts ont alors été sollicités par voie électronique comme dans le cas d'études récentes (ex. : Donlan *et al.*, 2010 ; Mourits *et al.*, 2010 ; Cox *et al.*, 2012 ; Ciliberti *et al.*, 2014 ; Brookes *et al.*, 2014a ; Brookes *et al.*, 2014b). Cette méthode permet ainsi d'obtenir les avis de spécialistes éloignés géographiquement.

Comme recommandé par de nombreux auteurs (Clemen et Winkler, 1999 ; Cardoen *et al.*, 2009 ; Capek, 2010 ; Anses, 2012b ; Cox *et al.*, 2012 ; Rist *et al.*, 2014), nous avons fait appel à un panel multidisciplinaire d'experts pour participer à nos hiérarchisations. Notre méthode se distingue en revanche de celles publiées jusqu'à présent par la réalisation en parallèle de différentes enquêtes à destination d'experts de disciplines différentes (ex. : ornithologie, microbiologie). Nous avons choisi cette option pour deux raisons. Nous avons tout d'abord pour préoccupation de ne solliciter les experts que pour des critères en relation avec leur domaine d'activités afin de ne pas abuser de leur disponibilité. Ensuite, cela nous permettait d'éviter tout classement subjectif *a priori* par les experts des dangers les uns par rapport aux autres ayant pu avoir des répercussions sur le choix du niveau des critères par danger. Comme réalisé par Cox *et al.* (2012), nous aurions aimé pouvoir, à l'issue des hiérarchisations et classements réalisés, soumettre nos résultats à la validation des experts ayant participé aux enquêtes mais des contraintes de temps ne nous l'ont pas permis.

IV.B.3 Une estimation qualitative des risques

Notre méthode était tout d'abord basée sur les deux premières étapes de l'analyse de risques à l'importation de l'OIE (OIE, 2013a) : *identification des dangers* et *appréciation du risque* aboutissant à un niveau de risque estimé pour chaque danger évalué (ici couple « danger

biologique/ordre d'oiseaux sauvages »). Cette méthode n'est initialement pas destinée à réaliser des hiérarchisations mais il est possible après avoir estimé le niveau de risque pour chaque danger de les classer et/ou de les regrouper par niveau. Elle a l'avantage de suivre clairement le déroulé naturel de la diffusion d'un agent biologique au sein d'une population animale, dans l'espace et le temps et d'être par conséquent facilement utilisable et compréhensible par des non-initiés en hiérarchisation. Elle est, par ailleurs, familière à la communauté spécialiste de la santé de la faune sauvage. Elle a ainsi été utilisée par divers pays européens pour apprécier les risques d'introduction du *virus de l'Influenza aviaire H5N1 HP* par les oiseaux sauvages (ex. : Zepeda, 2007 ; Martinez *et al.*, 2009) et est également recommandée par Leighton (2002) et l'International Union for Conservation of Nature (IUCN/SSC, 2013 ; Jakob-Hoff *et al.*, 2014) lors de l'élaboration de plans de translocations ou de réintroductions d'espèces sauvages afin de prévenir l'introduction d'agents biologiques potentiellement pathogènes dans le milieu naturel. Elle a enfin été reprise par McKenzie *et al.* (2007) et Tavernier *et al.* (2011) pour l'élaboration de leur méthode et outil de hiérarchisation de dangers associés à la faune sauvage.

Une méthode qualitative a ensuite été privilégiée. Ce type de méthode est, en effet, indiquée lorsque des résultats doivent être produits rapidement et/ou dans un contexte où les données quantitatives nécessaires à l'évaluation des risques sont manquantes ou incomplètes (Moutou *et al.*, 2001 ; OIE, 2004 ; Métras *et al.*, 2009 ; Dufour *et al.*, 2011 ; Wieland *et al.*, 2011 ; Del Rio Vilas, 2014).

IV.C - A propos de l'identification des couples à hiérarchiser

IV.C.1 Sélection des dangers biologiques

La sélection des dangers biologiques pour les cibles a été réalisée selon la même approche que dans d'autres études (Capek *et al.*, 2004 ; Krause, 2008 ; Cardoen *et al.*, 2009 ; Havelaar *et al.*, 2010 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Anses, 2012b ; Humblet *et al.*, 2012 ; Ciliberti *et al.*, 2014). Nous nous sommes basés sur les listes officielles de maladies animales et/ou de zoonoses à surveiller à l'échelle nationale, européenne ou mondiale. Ces listes ont ensuite été complétées par des agents biologiques mentionnés d'intérêt par des groupes d'experts et/ou dans des chapitres d'ouvrage, et des affections ont été regroupées sous le nom de leur agent étiologique quand cela était plausible. Les suggestions des experts sollicités pour l'enquête A0⁷ nous ont enfin permis d'inclure notamment un danger biologique (Bactéries antibiorésistantes à bêta-lactamases (ESBL, ESBL-carba)) dont le niveau de risque a été estimé « élevé » pour l'Homme par la suite. Nous avons ainsi retrouvé, parmi les listes d'agents biologiques antérieurement hiérarchisés par d'autres auteurs, l'ensemble des dangers que nous avons sélectionnés. Seul l'agent bactérien *Listeria monocytogenes* apparaissait en supplément dans plusieurs listes de zoonoses alimentaires (Batz *et al.*, 2004 ; Krause, 2008 ; Cardoen *et al.*, 2009 ; Balabanova *et al.*, 2011) dont une en lien avec les oiseaux sauvages (Horigan *et al.*, 2014). Dans un souci d'exhaustivité, cette bactérie que nous n'avons initialement pas considérée comme à risque pour l'Homme à partir des oiseaux sauvages aurait donc dû être conservée pour la hiérarchisation.

IV.C.2 Détermination des groupes d'oiseaux à étudier

Nous souhaitons, à travers nos travaux, apporter des informations concernant les risques infectieux pour les animaux domestiques, l'Homme et/ou les animaux sauvages associés à l'avifaune sauvage

⁷ Enquête A0 : validation de la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser.

européenne à un niveau taxonomique inférieur à celui de la Classe des Oiseaux. En effet, au même titre que des niveaux de risque ont pu être déterminés pour des dangers impliquant distinctement des familles d'animaux domestiques de production (ex. : Equidae, Suidae) (Anses, 2012b), il nous a semblé intéressant de chercher à préciser les risques associés à l'avifaune sauvage parmi la diversité d'oiseaux sauvages présente en Europe. L'objectif était alors de pouvoir déterminer chez quels oiseaux un danger biologique devrait être recherché en priorité, et inversement.

Notre choix s'est porté sur le taxon « Ordre » qui représentait un compromis entre notre souhait d'apporter des précisions au sein de la Classe des Oiseaux et le nombre trop important de couples que nous aurions à prendre en compte pour la hiérarchisation si nous avions choisi un des taxons inférieurs (Espèce, Genre ou même Famille). En effet, l'utilisation du taxon « espèce » (plus de 500 espèces en Europe) (BirdLife International, 2014c ; Oiseaux.net, 2014) ou même « famille » (plus de 90 en Europe) (cf. Annexe 1) nous aurait conduit à la prise en considération de plusieurs centaines de couples « danger biologique/espèce (famille) d'oiseaux sauvages ». Avec 26 ordres recensés actuellement en Europe, nous avons obtenu à l'issue de la validation par les experts le nombre raisonnable de 119 couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser. Ce nombre était du même ordre de grandeur que celui d'autres démarches antérieures de hiérarchisation ayant évalué les risques pour la santé animale et/ou la santé publique (100 maladies pour Humblet *et al.* (2012), 103 maladies pour l'Anses (2012b) et 65 infections n'impliquant que les Ruminants domestiques pour Ciliberti *et al.* (2014)).

Des études précédemment réalisées ont considéré différentes espèces d'oiseaux mais dans le cadre d'appréciation de risque d'introduction d'un seul agent (*virus Influenza aviaire H5N1 HP* ; 25 espèces pour Martinez *et al.* (2009) ; 15 espèces pour Gale *et al.* (2014)) ou de quelques dangers, responsables de zoonoses alimentaires (2 groupes d'espèces pour Coburn *et al.* (2005) ; 9 espèces pour Horigan *et al.* (2014)). Les espèces étudiées appartenaient à des ordres différents mais avaient en revanche en commun de fréquenter le même écosystème (ex. : zones humides, écosystème forestier). Elles étaient donc susceptibles d'être exposées aux mêmes dangers. Nous avons initialement envisagé une approche similaire en distinguant par exemple les oiseaux des jardins, des rapaces ou des oiseaux marins. L'absence de nomenclature reconnue de ce type nous a cependant conforté dans notre choix d'utiliser un niveau taxonomique pour catégoriser les oiseaux étudiés.

IV.D - A propos de l'appréciation des risques

IV.D.1 Critères et échelles de notation

Le nombre de critères ainsi que d'échelons de notation, nécessaires à la détermination des niveaux de risque associés à chaque danger, varient en fonction des objectifs des hiérarchisations, de la qualité et de la quantité des données disponibles pour que les experts puissent être discriminants.

Six critères ont été utilisés ici. Compte-tenu des taux de réponse aux différentes enquêtes (cf. IV.D.2), ce nombre semble *a posteriori* avoir été approprié. Un nombre plus élevé de critères aurait demandé aux experts une disponibilité supplémentaire pour y répondre diminuant vraisemblablement le taux de participation. Par ailleurs, lors de l'exploitation des données issues des enquêtes, aucune information épidémiologique, nécessaire à l'évaluation des risques par danger, manquante n'a été mise en évidence ou portée à notre connaissance par les experts.

Nous avons ensuite, comme d'autres auteurs (Coburn *et al.*, 2005 ; Mc Kenzie *et al.*, 2007 ; Wieland *et al.*, 2011 ; Ciliberti *et al.*, 2014 ; Brookes *et al.*, 2014b), utilisé des échelles paires à 4 niveaux. Nous souhaitons en effet que les experts prennent position et éviter qu'en cas d'hésitation ils choisissent une réponse intermédiaire, permise par une échelle impaire. Quatre niveaux ont été suffisants compte-tenu de nos objectifs, des thématiques des critères utilisés et des retours des

experts. Parmi les 165 experts ayant participé à nos enquêtes, seuls 3 de l'enquête C1C2AH⁸ ont exprimé le besoin d'échelles plus détaillées pour certains dangers en cochant deux réponses adjacentes. Nous avons alors considéré qu'ils ne s'étaient pas prononcés (case « don't know ») pour ces dangers.

Pour chaque niveau de critères, nous avons rédigé une définition précise comme dans toutes hiérarchisations (ex : Krause, 2008 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Anses, 2012b ; Discontools, 2012 ; Humblet *et al.*, 2012 ; Ciliberti *et al.*, 2014 ; Cox *et al.*, 2013). En revanche, nous avons choisi pour chaque critère de donner des exemples de notation pour quelques items à évaluer (dangers biologique, ordre d'oiseaux sauvages ou couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages ») (*cf.* II.F), afin d'éclaircir nos attentes. Ces items ont été tout de même soumis à l'avis des experts car nous souhaitons pouvoir enregistrer une éventuelle différence d'opinion par rapport aux attributions effectuées, basées sur des recherches bibliographiques. Les critères pour lesquels le plus de différences entre les réponses des experts et les niveaux pré-attribués ont été observées ont été ceux concernant l'épidémiologie des dangers biologiques chez les oiseaux sauvages et/ou chez les cibles (critères A1, B2, C1) ou leurs conséquences chez les cibles (critères C2), comme attendus. En effet, les critères A2 (distribution spatio-temporelle des oiseaux sauvages en Europe) et B1 (survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs) étaient moins sujets à des variabilités de réponses, car concernant des domaines mieux connus.

Il était donné la possibilité aux experts de notifier leur manque de compétences concernant un sujet (danger biologique, ordre d'oiseaux sauvages ou couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages ») en cochant la case « don't know ». Nous souhaitons en effet que les personnes consultées s'expriment sur des sujets pour lesquels elles s'en estimaient capables uniquement. Pour plusieurs critères et de nombreux sujets, plus de la moitié des experts consultés ne se sont pas prononcés. En revanche, les experts s'étant proclamé spécialistes d'un sujet ont systématiquement coché une réponse autre que « don't know ». Ainsi, à l'inverse de certaines études (ex. : Cox. *et al.*, 2012), la proportion de « don't know » n'exprime pas ici un niveau d'incertitude, et donc de manque de connaissances qu'il pourrait être nécessaire de combler, mais un niveau compétence générale sur les sujets abordés des experts que nous avons sollicités et qui ont répondu. Des sujets largement étudiés (ex. : *Salmonella enterica*, *virus de l'Influenza aviaire*, ensemble des ordres d'oiseaux) sont ainsi connus de nombreux experts sollicités. A l'inverse et par exemple, parmi les experts en microbiologie ayant répondu à l'enquête B1⁹, aucun n'a pu renseigner le critère demandé pour les *virus Sindbis* et *Bagaza*. Lors de l'identification des experts à solliciter, nous avons pourtant pris soin de couvrir l'ensemble des domaines de compétences nécessaires pour répondre aux sujets abordés.

La seule expression d'incertitude permise dans nos travaux était comprise dans le critère A1 (interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissance). Nous avons considéré qu'un manque de connaissance concernant l'épidémiologie d'un danger chez un ordre d'oiseaux sauvages donné majorait le risque final. En effet, il nous a semblé cohérent, dans un objectif de surveillance épidémiologique, d'accorder plus d'importance à des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » pour lequel il y a un manque de connaissances qu'à des couples mieux connus. Contrairement à d'autres auteurs (Krause, 2008 ; Anses, 2012b ; Ciliberti *et al.*, 2014), nous n'avons pas choisi de consacrer un critère à l'expression de l'incertitude afin de ne pas augmenter le temps nécessaire aux experts pour répondre au critère et à l'analyse des résultats.

⁸ Enquête C1C2AH : - critère C1AH incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe.
- critère C2AH sévérité, coûts de la maladie chez les animaux domestiques en Europe et préoccupation sociétale.

⁹ Enquête B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs.

IV.D.2 Participation des experts aux enquêtes

Les avis des experts ont été collectés à l'aide d'enquêtes élaborées avec un logiciel de sondage en ligne comme cela a pu être réalisé précédemment par d'autres équipes (Donlan *et al.*, 2010 ; Brookes *et al.*, 2014b). Nous avons choisi cette option plutôt que l'envoi de fichiers électroniques à renvoyer complétés (Mourits *et al.*, 2010, Cox *et al.*, 2012 ; Humblet *et al.*, 2012, Ciliberti *et al.*, 2014) pour la possibilité qu'elle offrait de construire une interface de réponse conviviale et facile d'utilisation (ex. : Annexe 3) et d'inciter ainsi les experts sollicités à répondre. Les durées (1 à 2 mois) qui ont été consacrées aux recueils des réponses étaient similaires à celles rapportées dans la littérature (maximum 4 mois pour Brookes *et al.*, 2014b). Plusieurs relances ont été nécessaires pour nous assurer un taux de réponse convenable pour toutes les enquêtes (de 12 % pour l'enquête B1¹⁰ à 30 % pour l'enquête A0¹¹), du même ordre de grandeur que ceux rapportés par d'autres auteurs (12 % pour Brookes *et al.* (2014b), 13 % pour Ciliberti *et al.* (2014), 16 % pour Cox *et al.* (2012)). Comme rapporté par Cox *et al.* (2012) et Brookes *et al.* (2014), la raison principale évoquée par les experts n'ayant pas répondu était le manque de temps à pouvoir consacrer à notre demande. Par ailleurs, les difficultés de certaines questions et la longueur du questionnaire ont été les principaux commentaires laissés par les experts ayant participé à nos enquêtes et sont certainement les raisons de la non-participation de certaines personnes contactées. Notre mode de sélection des experts et le nombre sollicité nous a en revanche permis d'obtenir des avis de personnes réparties sur le territoire européen et suffisamment expérimentées pour pouvoir interpréter nos résultats à l'échelle européenne.

IV.D.3 Détermination et variabilité des avis des panels d'experts

Ayant opté pour une méthode qualitative, nous ne pouvions calculer comme d'autres auteurs de moyenne (Cardoen *et al.*, 2009 ; Cox *et al.*, 2012 ; Humblet *et al.*, 2012) ou additionner les notes individuelles des experts (Ciliberti *et al.*, 2014) pour déterminer le niveau de chaque critère de chaque danger exprimant l'opinion générale du panel d'experts. Les autres méthodes rapportées en cas de sollicitations d'experts aboutissent à l'obtention d'une valeur unique pour chaque critère de chaque danger par consensus après discussion (ex. : Capek, 2010 ; Anses, 2012b) ou par application de tests statistiques (Chi-2) pour vérifier qu'une réponse se distingue des autres (Brookes *et al.*, 2014b). Du fait de la couverture géographique européenne de notre étude, nous ne cherchions pas nécessairement à atteindre un consensus au sein des experts et souhaitons même pouvoir mettre en évidence des différences d'opinion liées aux situations épidémiologiques différentes d'une même maladie selon les pays. La méthode choisie (*cf.* Encadré 2) nous a ainsi permis d'identifier une réponse comme celle du panel d'experts lorsqu'au moins les 2/3 des experts ayant répondu avaient choisi cette réponse mais également de prendre en compte la variabilité des réponses, tout en donnant du poids aux spécialistes. Des réponses variables des experts, y compris de ceux s'étant proclamés spécialistes de certains sujets, se traduisant par des réponses multiples pour les panels (ex. : « wide to limited ») ont été mises en évidence principalement pour les critères concernant l'épidémiologie des dangers biologiques chez les oiseaux sauvages et/ou chez les cibles (critères A1, B2, C1) ou leurs conséquences chez les cibles (critères C2). Des situations épidémiologiques différentes pour un même couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » ou pour une même maladie chez les cibles en fonction des zones géographiques ou des pays en Europe expliquent vraisemblablement ces variabilités constatées.

¹⁰ Enquête B1 : survie du danger dans l'environnement et/ou chez des arthropodes vecteurs.

¹¹ Enquête A0 : validation de la liste des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à hiérarchiser.

IV.D.4 Agrégation des critères et des étapes d'appréciation des risques

Alors que la combinaison de critères évalués quantitativement ou semi-quantitativement consiste en une résolution d'équation et aboutit à une note finale (assortie ou non d'indicateurs d'incertitude) de niveau de risque par danger (*cf.* Introduction), des critères évalués qualitativement nécessitent l'emploi de matrices pour être agrégés. La matrice développée par Zepeda Sein (1998), et reprise par Moutou *et al.* (2001) et Wieland *et al.* (2011) (*cf.* Encadré 3) permettait de combiner des critères à 4 niveaux, indépendants et pour lesquels une augmentation du risque est possible par leur agrégation. Modifiée avec les noms de niveaux de nos critères, elle répondait alors à nos besoins. Ce type de matrice à 4 niveaux est cependant connu pour manquer de résolution (Cox, 2008). En effet, 7 fois sur 16, une agrégation de critères aboutissait ici au niveau « moderate » de risque. D'autres matrices ayant une meilleure résolution existent mais nécessitaient de pouvoir noter les critères selon 6 (Métras *et al.*, 2009 ; Gale *et al.*, 2014) à 10 niveaux (Dufour *et al.*, 2011), ce qui n'était pas compatible avec nos critères.

IV.D.5 Appréciation des probabilités de survenue des dangers

Une revue de la littérature nous a permis d'obtenir pour des dangers biologiques des informations concernant leur transmission à l'une et/ou à l'autre des trois cibles à partir d'ordre d'oiseaux sauvages (Kapperud *et al.*, 1998 ; Daniels *et al.*, 2003 ; Reed *et al.*, 2003 ; Tizard *et al.*, 2004 ; Corn *et al.*, 2005 ; Thomas *et al.*, 2007 ; Atkinsons *et al.*, 2008 ; Tsiodra *et al.*, 2008 ; Artois *et al.*, 2009 ; French *et al.*, 2009 ; Magnino *et al.*, 2009 ; Sheppard *et al.*, 2009 ; Gavier-Widen *et al.*, 2012 ; Hilbert *et al.*, 2012 ; Valiakos *et al.*, 2012 ; Rehn *et al.*, 2013 ; Lawson *et al.*, 2014). Pour les trois cibles, les dangers biologiques résistants dans l'environnement et/ou portés par des ordres d'oiseaux sauvages à large distribution spatio-temporelle et ayant des contacts rapprochés avec une diversité de cibles ont ainsi, logiquement et en accord avec la bibliographie, une probabilité plus élevée d'être transmis que des dangers biologiques fragiles et/ou portés par des ordres d'oiseaux sauvages à distribution spatio-temporelle restreinte et/ou ayant des cibles réceptives d'espèces peu diverses. Pour les animaux domestiques ou l'Homme, les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » principalement rapportés dans la littérature associent les *virus de l'Influenza aviaire*, le *virus West-Nile*, des bactéries entériques (principalement *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enterica* ou *Mycobacterium avium paratuberculosis*) ou *Chlamydia psittaci* aux ordres des Anseriformes, Charadriiformes, Colombiformes et/ou Passeriformes. Leurs fréquences de transmission rapportées sont en accord avec les classements que nous avons obtenus.

IV.D.6 Appréciation des conséquences

Nos résultats concernant les conséquences pour les animaux domestiques (*cf.* Annexe 39) ou pour l'Homme (*cf.* Annexe 40) sont en accord avec des hiérarchisations antérieures publiées en Europe ces 5 dernières années (Cardoen *et al.*, 2009 ; Capek 2010 ; Anses, 2012b ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Ciliberti *et al.*, 2014). En effet, pour les animaux domestiques, les bactéries (*Coxiella burnetii*, *Escherichia coli* vérotoxino-gènes, *Mycobacterium avium paratuberculosis*, *Salmonella enterica*) impliquant en particulier les Ruminants domestiques sont ainsi regroupées en haut de classement et les virus n'impliquant qu'une filière à l'opposé. Pour l'Homme, les bactéries à l'origine d'infections alimentaires (notamment *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. et *E. coli* vérotoxino-gènes) apparaissent en tête de liste devant des agents transmis par les arthropodes, *Toxoplasma gondii* et *Yersinia* spp. Lorsqu'ils sont évalués, le *virus de l'Influenza aviaire H5N1*, *Vibrio cholerae* et *Chlamydia psittaci* apparaissent également en bas de classement. *Chlamydia psittaci* et *Coxiella*

burnetii sont en revanche classés à des niveaux inférieurs à ceux que nous avons obtenus respectivement pour les animaux domestiques et pour l'Homme.

Concernant les animaux sauvages, aucune hiérarchisation de dangers biologiques les ayant spécifiquement pour cible n'a été réalisée jusqu'à présent. Nous ne pouvons donc comparer le classement que nous avons obtenu avec des classements antérieurs. En revanche, nos résultats sont compatibles avec les informations disponibles dans la littérature concernant les impacts d'infections en termes de nombre d'individus affectés (malades et/ou morts), de la diversité d'espèces concernées et de leur valeur patrimoniale (Benskin *et al.*, 2009 ; Gavier-Widen *et al.*, 2012). Il n'est ainsi pas étonnant qu'apparaissent par exemple par ordre décroissant de niveau de conséquences : *Trichomonas gallinae*, responsable entre autres d'un déclin rapide d'une population d'une espèce familière d'oiseaux des jardins (Robinson *et al.*, 2010) ; le *virus West-Nile* pouvant représenter une menace pour la population ibérique d'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) (Höfle *et al.*, 2008) ; le virus de la poxvirose aviaire, qui, même si il ne présente *a priori* pas une menace pour la population européenne de Mésange charbonnière (*Parus major*) (Lachis *et al.*, 2012), est répandu chez cette espèce, familière des jardins (Literak *et al.*, 2010 ; Lawson *et al.*, 2012 ; Gourlay, *données non publiées*) ; les *virus de l'Influenza aviaire* hautement pathogène (Artois *et al.*, 2009) et *Chlamydia psittaci* (Beckmann *et al.*, 2014) responsables de petits foyers de mortalité uniquement.

IV.D.7 Estimation des risques

Pour chaque cible, les estimations des risques pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » ont été réalisées en agrégeant les résultats des appréciations de probabilité de survenue des dangers et ceux des appréciations des conséquences à l'aide de la matrice de Zepeda Sein (1998). Compte-tenu des résultats des étapes précédentes, nous pouvons être confiants quant aux niveaux de risque estimé pour chaque couple. La matrice utilisée conduit, par construction, à l'obtention 7 fois sur 16 d'un niveau « modéré » mais est résolutive pour les niveaux extrêmes (« négligeable » et « élevé »). Pour chaque cible, une dizaine de couples se détache ainsi en haut du tableau alors que la majorité des couples ont un niveau de risque estimé « modéré » ou contenant le niveau « modéré » (respectivement pour 80 %, 68 % et 80 % des couples concernant les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages) et quelques couples un niveau inférieur. Même si des qualificatifs ont été nécessaires pour identifier les niveaux de risque (ex. : « élevé », « faible ») et comme mentionné par d'autres auteurs (Doherty, 2000, Balabanova *et al.*, 2011), seul le positionnement des couples les uns par rapport aux autres est à prendre en compte pour l'interprétation des résultats.

Les niveaux de risque estimé « modéré » pour les *virus de l'Influenza aviaire* portés par les Anseriformes ou les Charadriiformes pour les animaux domestiques et/ou l'Homme peuvent à première vue surprendre. Ces résultats sont liés à l'avis des panels d'experts ayant répondu au critère C1 (incidence de l'infection chez les animaux domestiques ou chez l'Homme en Europe) des niveaux parmi les plus bas (rare à peu fréquent). Pour les animaux domestiques, ces choix sont en accord avec les informations disponibles sur l'Interface de la base de données mondiale d'informations sanitaires de l'OIE (WAHID, 2014a). Ainsi ces 5 dernières années en Europe, en termes de nombre de pays ayant déclaré la maladie et de fréquence de déclaration par pays, la Paratuberculose (agent *M. avium paratuberculosis*) apparaît devant la Fièvre Q (agent *Coxiella burnetii*) et la Chlamydie aviaire (agent *Chlamydia psittaci*), elles-mêmes devant l'Influenza aviaire faiblement pathogène puis l'Influenza aviaire hautement pathogène, comme dans notre classement des dangers biologiques selon le critère C1AH¹² (*cf.* Annexe 25). Par ailleurs, pour les

¹² Critère C1AH : incidence de l'infection chez les animaux domestiques en Europe.

animaux domestiques, le critère C1 évaluait l'incidence des maladies dans le cadre de mesures de lutte déjà en place dans les pays européens et au sein de l'ensemble des espèces d'animaux domestiques élevés en Europe (bovins, ovins, caprins, Equidae, Suidae, volailles et lapins). L'incidence d'une maladie principalement aviaire était ainsi diluée parmi les espèces d'animaux de production par rapport à une maladie présente chez différentes espèces (ex. : *Salmonella enterica*). Les oiseaux sauvages des ordres principalement des ordres des Anseriformes ou des Charadriiformes restent cependant importants dans l'appréhension de l'épidémiologie de l'Influenza aviaire (Artois *et al.*, 2009 ; Beato et Capua, 2011). Pour l'Homme, les virus de l'Influenza aviaire (H5N1 et H7N9 principalement) ont ces dernières années été identifiés à l'origine de cas sporadiques chez l'Homme (WHO, 2014) et les infections ont eu lieu dans des contextes particuliers de proximité rapprochée avec des volailles domestiques, notamment en Asie. Le niveau « rare » attribué au critère C1PH¹³ pour le virus de l'Influenza aviaire hautement pathogène par les experts en santé publique en Europe qui ont répondu à notre enquête est donc approprié. Le niveau d'incidence serait en revanche nettement majoré vers le niveau « très commun » en cas de recombinaison avec le virus de la grippe humaine saisonnière, scénario redouté par l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 2014).

IV.E - A propos de la catégorisation des couples

Pour chaque cible, à l'issue des classements des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » par ordre décroissant de niveau de risque estimé, nous avons identifié ceux ayant un niveau supérieur ou égal à « élevé à modéré » comme ceux à surveiller en priorité à l'échelle européenne. En effet, comme mentionné précédemment, ces couples se détachaient spontanément des autres couples évalués. Ils impliquent alors des dangers biologiques pouvant avoir des conséquences importantes sur leurs cibles et/ou portés par des ordres d'oiseaux sauvages à large distribution spatio-temporelle. Pour la grande majorité d'entre eux (respectivement 9/12, 12/14 et 7/11 pour les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages), le panel d'experts ayant répondu au critère A1¹⁴ a, par ailleurs, rapporté un besoin de connaissance concernant l'épidémiologie des dangers chez les ordres d'oiseaux sauvages concernés. En fonction des pays et de la situation épidémiologique de certaines maladies liées à des caractéristiques climatiques (ex. : agents transmis par des arthropodes), des couples non identifiés prioritaires à l'échelle européenne mais situés dans le groupe « modéré à élevé » peuvent être intégrés à ceux à surveiller en priorité. Pour les animaux sauvages, deux niveaux de surveillance épidémiologique peuvent par ailleurs être proposés. Des programmes de surveillance passive (événementielle) associés à des actions de surveillance active (programmée) pourraient être mis en place pour les couples ayant un niveau de risque estimé supérieur ou égal à « élevé à modéré », ou « modéré à élevé » selon la situation épidémiologique des pays. Les couples, pour lesquels un niveau « modéré » a été estimé, pourraient pour leur part, être intégrés à des programmes de surveillance passive seulement.

Les tableaux 22 à 27 présentant les risques estimés par dangers biologiques ou par ordres d'oiseaux sauvages pour chaque cible permettent d'identifier respectivement les ordres d'oiseaux sauvages ou les dangers biologiques à prélever ou à rechercher dans le cadre d'investigations d'événements sanitaires ou d'opportunité d'accès. Pour un danger biologique donné, le choix se fait en fonction du niveau de risque estimé pour les ordres concernés mais également en fonction des suspicions de terrain. Pour un ordre d'oiseaux sauvages donné, le choix se fait en fonction du niveau de risque estimé pour les dangers biologiques concernés mais également en fonction des suspicions de terrain et/ou des besoins de connaissances (*cf.* Annexes 42 à 44).

¹³ Critère C1PH : incidence de l'infection chez l'Homme en Europe.

¹⁴ Critère A1 : interaction des dangers biologiques avec les oiseaux sauvages et besoin de connaissance.

IV.F - Bilan et perspectives

Nos travaux ont fait appel à une méthode comprenant les étapes de toute hiérarchisation de dangers biologiques, que nous avons dégagées à l'issue de la synthèse bibliographique (*cf.* I.D). Cette méthode répondait également aux recommandations faites par différentes équipes (Clemen et Winkler, 1999 ; Doherty, 2000 ; Krause, 2008 ; Balabanova *et al.*, 2011 ; Anses, 2012a ; Brookes *et al.*, 2014b). Entre autres, les objectifs de nos travaux ont été clairement précisés et notre méthode, transparente et reproductible, a été élaborée lors de réunions de travail ou d'échanges avec des experts en santé animale et/ou en hiérarchisation et des compétences additionnelles ont été utilisées pour l'élaboration des définitions des niveaux de certains critères. Une étape importante a ensuite été consacrée à l'identification des dangers à hiérarchiser et les résultats sont présentés en accord avec les objectifs annoncés. Des sessions dédiées à la validation des définitions des niveaux des critères par des scientifiques extérieurs n'ont, en revanche, pas pu être organisées. Elles auraient vraisemblablement permis de lever certaines incompréhensions, dont des experts ayant participé à nos enquêtes nous ont spontanément fait part. Il semblerait cependant que ce type de difficultés, également rapporté par d'autres auteurs (ex. : Balabanova *et al.*, 2011 ; Cox *et al.*, 2012), soit inhérent à ce type de méthode. Les taux de participation à nos enquêtes ont enfin été satisfaisants. La sollicitation d'experts pour répondre à des critères en lien direct avec leur domaine d'activités, démarche originale, est ainsi selon nous la démarche à privilégier. Une base de données regroupant des listes de noms d'experts par domaines de compétences et acceptant d'être sollicités serait alors utile.

Bien qu'une étape de restitution et de validation collégiale des résultats avec les experts en épidémiologie des maladies des oiseaux sauvages sollicités soit à présent nécessaire, la thématique traitée est originale et les résultats méritent donc d'être partagés avec la communauté scientifique. Nos travaux ont, en effet, permis d'identifier des priorités de surveillance chez l'avifaune sauvage européenne et apportent des réponses concrètes à des situations de terrain. Des programmes de surveillance pourront ainsi être mis en place et contribuer à l'amélioration des connaissances concernant la circulation d'agents pathogènes dans la faune sauvage en Europe. A la lumière des nouvelles connaissances produites ou en fonction des actualités sanitaires, nous prévoyons, la méthode étant maintenant élaborée, de reconduire ultérieurement nos travaux de hiérarchisation (en 2020 par exemple), comme ont pu le faire tous les 5 ans des équipes avant nous (ex. : Capek *et al.*, 2004 et Capek, 2010 ; Krause 2008 et Balabanova *et al.*, 2011). Un ciblage de familles ou d'espèces d'oiseaux particulières à prendre en compte pourrait alors être envisagé tout comme une approche par écosystèmes (ex. : oiseaux des jardins, oiseaux marins).

Remerciements

- pour leur contribution à l'élaboration de la méthode
Sébastien Assié, François Beaudeau, Victoria Brookes, Jean-Luc Cheval, Christophe Chartier, Alexandre Ciliberti et le WildTech Project, François Gossmann, Franck Latraube, François Moutou, Henri Seegers, Barbara Wieland.
- pour leur participation à l'enquête A0
Björn Olsen, Andrew Cunningham, Ursula Höfle, Erik Agren et les 2 autres experts qui ont souhaité rester anonymes.
- pour leur participation à l'enquête A1-B2-C1C2WH
Andrew Breed, Mario Chiari, Ruth Cromie, Anouk Decors, Károly Erdélyi, Fernando Esperón, Ursula Höfle, Björn Olsen, Paul Tavernier, Barbara Renate Vogler et les 8 autres experts qui ont souhaité rester anonymes.
- pour leur participation à l'enquête A2
Ainars Aunins, Dick Coombes, Sureyya Isfendiyaroglu, Mihailo Jovicevic, Nicolaos Kassinis, Patric Lorgé, Jean-Yves Paquet, Pascal Provost, Attila Sandor, Marko Tucakov, Thomas Vikstroem, Pierre Yésou et les 7 autres experts qui ont souhaité rester anonymes ainsi que François Gossmann, Frédéric Jiguet, Franck Latraube, Becki Lawson pour nous avoir communiqué des noms d'ornithologues européens à solliciter.
- pour leur participation à l'enquête B1
Robin A. J. Nicholas, Anna Psaroulaki, Thomas Rambaud, Hervé Sebbag, Michael Treilles et les 9 autres experts qui ont souhaité rester anonymes ainsi que Jean-Luc Cheval pour nous avoir communiqué des noms de microbiologistes à solliciter.
- pour leur participation à l'enquête C1C2AH
Albert Agoulon, Deutz Armin, Suzanne Bastian, Franz Brülisauer, Pablo Catalá Gregori, Christophe Chartier, Didier Cleva, Marius Dwars, Christine Fourichon, Jean-Luc Guérin, Charlotte Hjulsgaard, Richard Irvine, Anna Jackova, Alain Joly, Elsa Jourdain, Ed van Klink, Monique L'Hostis, Jocelyn Marguerie, Yves Millemann, Chrissanthy Papadopoulou, Carole Peroz, Gilles Salvat, Etienne Thiry, Stéphane Zientara et les 64 autres experts qui ont souhaité rester anonymes ainsi que Sébastien Assié, Suzanne Bastian, François Beaudeau, Catherine Belloc, Raphaël Guatteo, Monique Lhostis pour nous avoir communiqué des noms d'experts en santé animale à solliciter.
- pour leur participation à l'enquête C1C2PH
Alessandro Cassini, Iva Christova, Bruno Hubert, Hannu Korkeala, Simon Le Hello, Kåre Mølbak, Harold Noël, Apostolos T. Rantsios, Iva Steinhauserova, Johanna Takkinen, Bert Urlings et les 15 autres experts qui ont souhaité rester anonymes ainsi que Bruno Hubert, Michel Marjolet pour nous avoir communiqué des noms d'experts en santé publique à solliciter.

Chapitre II

Surveillance épidémiologique en France métropolitaine

I - Introduction

En santé humaine et des animaux domestiques de production, de nombreux systèmes de surveillance épidémiologique des maladies existent et sont coordonnés respectivement par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation Mondiale de la Santé animale (anciennement Office International des Epizooties - OIE). Ces systèmes existent depuis des dizaines d'années et ont pour objectifs de détecter l'émergence de maladies, de surveiller leur diffusion et d'évaluer leurs impacts afin de mettre en place des mesures de lutte appropriées. Ils reposent tout d'abord sur des programmes de surveillance passive, ou événementielle, de « déclaration spontanée de cas ou de suspicions de cas de la maladie surveillée par les acteurs sources de données ». Des actions de surveillance active, ou programmée, reposant sur la « recherche de données spécifiques par des actions programmées à l'avance et élaborées par l'animateur du réseau » peuvent ensuite être menées si l'évaluation d'une situation sanitaire nécessite le recueil d'informations complémentaires (Dufour et Hendrikx, 2007).

Dans le domaine de l'évaluation de la santé de la faune sauvage, de nombreux systèmes de surveillance existent également, principalement dans les pays développés d'Amérique du Nord, d'Australie ou d'Europe. Pratiquant la surveillance passive et/ou active, ils ont initialement été mis en place pour prévenir les risques pour la santé des animaux domestiques de production (enjeu économique) et/ou pour l'Homme (enjeu de santé publique). A l'heure actuelle, la conservation de la biodiversité apparaît comme le troisième enjeu de cette surveillance (Mörner *et al.*, 2002 ; Kuiken *et al.*, 2011).

Avant de nous intéresser plus particulièrement à l'organisation actuelle de la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages en France métropolitaine et aux acteurs potentiels, nous nous proposons de présenter succinctement le contexte général de la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage dans le Monde ainsi qu'en France.

I.A - Surveillance sanitaire de la faune sauvage dans le Monde

I.A.1 En Amérique du Nord et en Australie

En Amérique du Nord, le suivi sanitaire de la santé de la faune sauvage est coordonné par le National Wildlife Health Center (NWHC) aux Etats-Unis depuis 1975 (NWHC, 2014) et par le Réseau canadien de la santé de la faune (Canadian Wildlife Health Cooperative) au Canada depuis 1992 (CCWHC, 2014). Ces organismes gouvernementaux ont tous deux un fonctionnement similaire et collaborent régulièrement sur des thématiques communes. Ayant pour objectif initial l'évaluation de l'impact des maladies sur la faune sauvage (enjeu de conservation de la biodiversité), ils mènent grâce à des réseaux de collecte et de laboratoires spécialisés dans le diagnostic des maladies de la faune sauvage associés à des universités de médecine vétérinaire, une surveillance passive généraliste étendue. Les espèces animales d'intérêt sont des Mammifères, des Oiseaux, des Amphibiens, des Reptiles ainsi que des Coraux pour le NWHC. Des programmes de surveillance active, notamment de maladies infectieuses à risques pour la santé publique ou celle des animaux domestiques de production, sont également menés. En Australie, l'organisme d'état Wildlife Health Australia existe depuis 2002 selon une organisation similaire et oriente ses activités vers la détection et la surveillance des maladies émergentes pouvant représenter un risque pour la santé publique, l'économie du pays (commerce, tourisme) et la biodiversité nationale (WHA, 2014). Les résultats des investigations des trois organismes sont régulièrement publiés en ligne sur des sites dédiés à leurs activités ainsi que dans des rapports de synthèse (Green *et al.*, 2012 ; CWHC, 2014 ; EWHIS, 2014 ; Grillo *et al.*, 2014 ; NWHC, 2014).

1.A.2 En Europe

En Europe, l'organisation de la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage est différente selon les pays. L'étude réalisée par Kuiken *et al.* (2011) reprenant les catégories établies par Leighton (1995) rapporte ainsi que la majorité des pays européens (11/25 ayant participé à l'enquête ; Albanie, Autriche, Bosnie-Herzégovine, Finlande, Allemagne, Grèce, Luxembourg, Roumanie, Serbie, Slovaquie, Turquie) ne pratiquent pas de surveillance passive généraliste mais des programmes de surveillance active concernant certaines maladies principalement d'importance zoonotique et/ou économique. Ensuite, 8 pays (Belgique, Danemark, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Portugal, Russie et Espagne) ont de nombreux programmes de surveillance passive ou active mais restreints sur la durée et/ou à certaines maladies, espèces et/ou zones géographiques. Enfin, 6 pays (Andorre, France, Norvège, Suède, Suisse et Royaume-Uni) possèdent un système de surveillance passive à couverture nationale et généraliste (toutes espèces, toutes maladies). Pour la grande majorité (23/25) d'entre eux, l'Etat est le principal financeur. Les autres financements proviennent de fédérations de chasseurs, d'universités, de projets de recherche, d'organisations environnementales ou non gouvernementales ou encore d'industries agricoles. Selon les pays, 30 à 5000 animaux sont analysés par an dans le cadre de la surveillance passive et quelques dizaines à des dizaines de milliers d'animaux sont prélevés chaque année pour des programmes de surveillance active. En 2010, à l'initiative de la section européenne de la Wildlife Disease Association (EWDA), un réseau européen et un forum de discussion associé ont été créés (Kuiken *et al.*, 2011). Ses objectifs sont l'amélioration entre pays des échanges d'informations sanitaires concernant la faune sauvage, la standardisation des procédures d'investigation et diagnostiques et l'organisation de formations et de conférences d'échanges dans ces domaines (ex. : Symposium « *Geographical coordination of wildlife health surveillance* » prévu en Mars 2015 aux Pays-Bas en parallèle du 3^{ème} congrès international « *One health* »).

1.A.3 Centralisation mondiale des informations

A l'échelle mondiale, l'ensemble des informations concernant l'état sanitaire de la faune sauvage est centralisé par l'OIE. Les Pays Membres ont tous d'abord l'obligation légale de déclarer, comme chez les animaux domestiques, les cas chez les animaux sauvages de 116 maladies regroupées sur la liste officielle de l'OIE¹⁵. Afin de protéger la santé des animaux et de l'Homme, les maladies émergentes et ré-émergentes ne figurant pas sur la liste officielle de l'OIE doivent ensuite être également surveillées, notamment chez les animaux sauvages. Ainsi, depuis 1993, des données concernant l'état sanitaire des espèces sauvages sont recueillies et soumises annuellement de manière volontaire par les Pays Membres. Cinquante-trois maladies sont actuellement surveillées en priorité, en raison de leur importance à la fois pour les animaux sauvages et pour les systèmes d'alerte précoce. Les informations concernant la situation sanitaire de la faune sauvage des Pays membres sont alors disponibles en ligne sur l'interface WAHID pour les maladies de la liste officielle (WAHID, 2014b) et sur l'interface WAHIS-Wild depuis Janvier 2014 pour les maladies à notification volontaire (WAHIS-Wild, 2014).

¹⁵ Ces notifications permettent d'améliorer la santé animale et de garantir la sécurité du commerce international sans avoir à instaurer des barrières sanitaires injustifiées.

I.B - Surveillance sanitaire de la faune sauvage en France

La surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage est réalisée à l'heure actuelle en France par deux acteurs principaux : l'Unité Sanitaire de la Faune (USF) et le Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy. L'USF, qui coordonne entre autres le réseau de surveillance passive SAGIR, est une structure d'évaluation sanitaire rattachée à l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, organisme national à vocation environnementale (gestion de la faune sauvage). Le Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy est une structure spécialisée dans la surveillance de maladies zoonotiques ou à impacts économiques impliquant la faune sauvage, rattachée à l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), organisme national à vocation sanitaire.

I.B.1 L'Unité Sanitaire de la Faune de l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

Créé en 1972, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) est un établissement public de référence en matière de gestion durable de la faune sauvage et de ses habitats, sous double tutelle du Ministère chargé de l'Environnement et du Ministère chargé de l'Agriculture. Il a 3 missions, définies dans son contrat d'objectifs 2012-2014 (ONCFS, 2014) : « *contribuer à la sauvegarde de la biodiversité nationale* », « *conforter la chasse comme élément essentiel de gestion durable de la nature et des territoires* » (lutte contre le braconnage, information sur la sécurité à la chasse, organisation de l'examen du permis de chasser,...) et « *améliorer les connaissances pour une expertise solide en matière de faune sauvage* ». De ces trois missions, découlent des relations étroites avec les chasseurs. A la demande des ministères de tutelle, un accord de partenariat¹⁶ entre l'ONCFS et la Fédération Nationale des Chasseurs a alors été établi, dans le respect des compétences et prérogatives de chacun.

L'ONCFS est doté d'une Direction des Etudes et de la Recherche (DER). Celle-ci dirige les Centres Nationaux d'Etude et de Recherche Appliquée (CNERA) et des réseaux de suivi spécifiques d'espèces, chargés d'apporter ensemble des connaissances biologiques pour la gestion de la ressource cynégétique. La DER dirige également l'USF, chargée de mener, pour l'Etat, des actions d'évaluation de l'état de santé de la faune sauvage autochtone. Elle repose sur une équipe d'une dizaine de personnes de formations vétérinaires et/ou universitaires, collaborant avec de très nombreux partenaires scientifiques dont l'Anses, financiers et gestionnaires. Particulièrement sollicitée pour des questions relatives à des maladies infectieuses à risque zoonotique ou pour la santé des animaux de production et dont la faune sauvage est réservoir (ex. : Fièvre West-Nile, Peste Porcine Classique, Influenza aviaire, Tuberculose bovine, Brucellose), elle mène alors des programmes de surveillance épidémiologique active et de recherche en épidémiologie analytique pour apporter des réponses rapides au gestionnaire. En parallèle, elle coordonne des programmes de surveillance passive des maladies des oiseaux et des mammifères sauvages grâce au réseau SAGIR (USF, 2014).

¹⁶ Convention cadre ONCFS-Fédération nationale des Chasseurs (dernière en date : 21 Juin 2012) http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/docs_administratifs/CONVENTION%20CADRE%20sign%C3%A9%20ONCFS-FNC.pdf Pages consultées le 11 Octobre 2014.

I.B.2 Le réseau SAGIR

Le réseau SAGIR repose depuis près de 30 ans sur une collaboration étroite entre les Fédérations Départementales des Chasseurs¹⁷ (FDCs) et l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. La surveillance des maladies de la faune sauvage existe cependant en France depuis 1955. A l'initiative du Conseil supérieur de la chasse, elle concernait alors principalement le petit gibier et avait pour objectif de contribuer à préciser les risques de toxicité de l'utilisation des pesticides à l'égard de la faune sauvage. L'intérêt de cette surveillance fut reconnu en 1968 par le Ministère chargé de l'Agriculture et en 1986, elle fut consolidée en formalisant son organisation en réseau (*Surveiller pour AGIR*), son fonctionnement et ses objectifs (SAGIR, 2014).

Le réseau SAGIR est présent sur l'ensemble du territoire métropolitain, en Martinique depuis 2007 et à la Réunion depuis 2010. Ses objectifs sont au nombre de quatre : détection précoce de l'apparition de maladies nouvelles pour la faune sauvage (vigilance épidémiologique), détection des agents pathogènes transmissibles à l'Homme et/ou partagés par la faune sauvage et les animaux domestiques, surveillance des effets aigus non intentionnels de l'utilisation agricole des produits phytopharmaceutiques sur les oiseaux et mammifères sauvages (objectif historique du réseau), caractérisation dans le temps et dans l'espace des maladies des oiseaux et des mammifères sauvages (surveillance épidémiologique). Bien qu'il soit chargé par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, d'assurer le suivi sanitaire de toutes les espèces sauvages autochtones, la majorité des espèces collectées et analysées par le réseau reste encore des espèces de statut chassable¹⁸. Des collaborations récentes avec des associations de protection de la nature permettront sans doute à l'avenir d'élargir le panel d'espèces prises en charge régulièrement par le réseau.

Le réseau repose tout d'abord sur des observateurs de terrain, principalement des chasseurs, des techniciens des FDCs, des agents de l'ONCFS ou encore des agents des Parcs Nationaux. Ces observateurs sont coordonnés par deux interlocuteurs techniques par département (ITD), spécialement formés, l'un de la Fédération Départementale des Chasseurs et l'autre de l'ONCFS. Les ITD ont en charge l'organisation de la collecte des animaux sauvages trouvés morts ou mourants et des commémoratifs associés. Les animaux sont ensuite acheminés jusqu'à un laboratoire départemental d'analyses vétérinaires (LDAV) où est réalisé le diagnostic. Certaines analyses particulières sont effectuées par des laboratoires spécialisés qui viennent en appui aux laboratoires de proximité. L'ensemble des résultats est intégré dans une base de données nationale (collaboration avec l'Anses pour cet aspect jusqu'en 2013). Les coûts du réseau SAGIR incombent aux FDCs et à l'ONCFS ainsi qu'aux Conseils Généraux qui prennent financièrement en charge une partie des analyses réalisées dans les LDAV. Hors crise sanitaire, environ 2300 animaux sont collectés chaque année (75 % de mammifères, 25 % d'oiseaux), le Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*, le Chevreuil *Capreolus capreolus* et le Lapin de Garenne *Oryctolagus cuniculus* étant les trois espèces les plus fréquemment analysées. Des bilans de résultats ainsi que des lettres d'information, relatant les événements sanitaires récents, à destination des acteurs de terrain sont produits régulièrement par l'équipe animatrice du réseau (SAGIR, 2014).

¹⁷ Les Fédérations Départementales des Chasseurs sont l'instance officielle de la chasse sur le plan départemental. Elles participent à la gestion des espèces, principalement d'intérêt cynégétique, et de ses habitats et à des actions techniques d'intérêt général. C'est à travers cette dernière mission que s'intègre leur implication dans la surveillance sanitaire de la faune sauvage (FNC, 2014).

¹⁸ définies par l'Arrêté du 26 Juin 1987.

1.B.3 Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy de l'Anses

Le laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy est un des onze laboratoires de référence et de recherche de l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). Il contribue à la surveillance nationale de l'état sanitaire de la faune grâce à ses deux unités de recherche : Unité Surveillance et éco-épidémiologie des animaux sauvages et Unité Lyssavirus (Anses, 2014). Les dangers sanitaires étudiés sont essentiellement des agents biologiques zoonotiques et/ou partagés avec les animaux domestiques, dans un objectif de prévention et/ou de lutte.

L'Unité Surveillance et éco-épidémiologie des animaux sauvages a en charge l'animation de la thématique « Faune sauvage » de la Plateforme d'épidémiosurveillance en santé animale de l'Anses, créée en 2011 (Calavas, 2013). Jusqu'en 2013, elle contribuait à l'analyse des données de surveillance passive du réseau SAGIR. Elle est plus spécifiquement chargée d'organiser l'épidémiosurveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage (Richomme *et al.*, 2013). Elle assure ainsi depuis 2011 le pilotage du programme Sylvatub chez le Cerf élaphe *Cervus elaphus*, le Sanglier *Sus scrofa* et le Blaireau européen *Meles meles* (Rivière *et al.*, 2012 ; Sylvatub, 2014). Cette unité est enfin impliquée, avec d'autres partenaires scientifiques et techniques, dans la surveillance dans la faune sauvage de maladies vectorisées par les tiques (Encéphalite européenne à tiques et Maladie de Lyme) ainsi que de l'échinococcose alvéolaire (Umhang *et al.*, 2014). Pour cette dernière, l'unité travaille alors en collaboration avec l'Entente de Lutte Interdépartementale contres les Zoonoses (ELIZ), notamment pour le recueil de prélèvements biologiques. L'ELIZ est un établissement public interdépartemental dont la mission initiale était la lutte contre la rage vulpine en métropole. Suite au succès des mesures prophylactiques et l'éradication de la maladie en 2001, d'autres zoonoses sont rentrées dans son champ de compétence. L'ELIZ réalise ainsi à l'heure actuelle des actions de lutte contre la leptospirose, la fièvre hémorragique à syndrome rénal due à des virus de la famille des Hantavirus et l'échinococcose alvéolaire (Combes *et al.*, 2012 ; ELIZ, 2014).

Parmi d'autres missions liées à ses domaines de compétences et sa reconnaissance internationale, l'Unité Lyssavirus a quant à elle en charge l'animation du réseau français d'épidémiosurveillance de la rage animale. Pour les espèces sauvages autochtones, il s'agit actuellement de programmes de surveillance passive (Picard-Meyer *et al.*, 2006) et active (Picard-Meyer *et al.*, 2011) concernant les Chiroptères. Alors que cette unité réalise les analyses de laboratoire et centralise les données, les collectes des prélèvements biologiques (cadavres ou échantillons de sang/salive) sont réalisées sur le terrain par les membres bénévoles de la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (*cf.* ci-dessous).

1.B.4 Autres systèmes de surveillance

Parallèlement aux structures présentées ci-dessus, des initiatives émanant d'associations de protection de la nature et/ou de laboratoires de recherche en écologie viennent compléter la surveillance sanitaire des mammifères sauvages en France métropolitaine.

La Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (association loi 1901) assure tout d'abord le suivi d'espèces de mammifères faisant l'objet de plans de restauration (ex. : Vison d'Europe *Mustela lutreola*, Loutre d'Europe *Lutra lutra*, Chiroptères) (SFPEM, 2014). Des investigations de cas de mortalité peuvent alors être réalisées en collaboration avec le réseau SAGIR. Un réseau spécifique de Surveillance des Mortalités Anormales des Chiroptères (réseau SMAC) a ainsi été créé en 2014 (Decors, 2014 ; communication personnelle).

Le Centre de Recherche des Mammifères Marins de l'Université de la Rochelle coordonne, sous la tutelle du Ministère chargé de l'Environnement, le Réseau National des Echouages (RNE) depuis près de 35 ans (RNE, 2014). Le RNE repose sur des correspondants de terrain d'affiliations diverses (associations de protection de la nature, agents de l'ONCFS,...) sur toute la façade maritime française. Son objectif principal est de recueillir des données et des prélèvements biologiques à partir des cadavres échoués pour la réalisation d'études de génétique des populations (ex. : Louis *et al.*, 2014) ou d'évaluation de la pollution du milieu maritime (ex. : Aubail *et al.*, 2013). Peu d'investigations pour déterminer les causes de mortalité de ces mammifères ont été réalisées jusqu'à présent.

Enfin, depuis 2010, une surveillance passive syndromique des maladies des amphibiens est réalisée en France. Celle-ci est coordonnée par le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (laboratoire CNRS) de Montpellier en collaboration notamment avec la Société Herpétologique de France et l'Université de Savoie (AA, 2014). Elle repose sur la notification par des naturalistes, souvent amateurs, sur un site internet (Alerte amphibien) des cas observés de mortalité ou d'animaux présentant des lésions externes. Initialement développée pour étudier en particulier la Chytridiomycose, responsable d'une panzootie mondiale (Dejean *et al.*, 2010), la Ranavirose (Millerioux *et al.*, 2012) et l'Amphibiocystidiose, ce système collecte à présent toutes données permettant d'améliorer les connaissances concernant les maladies des amphibiens de France métropolitaine.

Parmi les espèces sauvages autochtones, les oiseaux sont sans doute la classe animale qui suscite l'intérêt auprès d'une plus grande diversité voire du plus grand nombre d'acteurs de terrain, professionnels ou amateurs.

Dans la suite de cette partie, nous nous proposons tout d'abord de décrire, par une compilation de données et de résultats d'études publiées, la manière dont est réalisée la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages en France à l'heure actuelle, en distinguant surveillance passive et surveillance active. Nous avons ainsi identifié les principaux acteurs actuels de la surveillance, ainsi que les ordres d'oiseaux collectés et les agents biologiques surveillés.

Dans un second temps, nous présentons d'autres acteurs de la santé de la faune sauvage et/ou de l'écologie en France, peu impliqués jusqu'alors dans l'épidémiosurveillance des maladies de l'avifaune française, et montrons leurs capacités potentielles à y participer.

Pour ce faire, nous avons exploité les données concernant les espèces d'oiseaux sauvages autochtones,

- publiées dans la littérature scientifique,
- contenues dans les bases :
 - du réseau SAGIR (données de 1986 à 2013),
 - du Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) du Muséum National d'Histoire Naturelle (données de 2007 à 2012),
 - de l'Union Française des Centres de Sauvegarde (données de 2009 à 2011),
 - du Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire d'Oniris (données concernant les Fringillidae et les Passeridae (ordre des Passeriformes) de 2004 à 2013),
 - du Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune Sauvage (données de 2004 à 2010).

Nous avons obtenu ces informations en nous adressant directement à la personne centralisatrice de chaque base ou en exploitant les fichiers de données disponibles sur le site internet de l'organisme (cas du CRBPO).

- publiées dans des rapports officiels (ONCFS, Fédération Nationale des Chasseurs).

Pour chaque ordre d'oiseaux sauvages mentionné, nous avons déterminé le nombre d'individus collectés, le nombre d'espèces ainsi que leur origine (mode de collecte sur le terrain). Pour l'USF de l'ONCFS, unique structure réalisant à l'heure actuelle des actions de surveillance des maladies infectieuses de l'avifaune sauvage en France, les analyses de laboratoire réalisées et les résultats obtenus ont également été décrits.

Nombre d'oiseaux

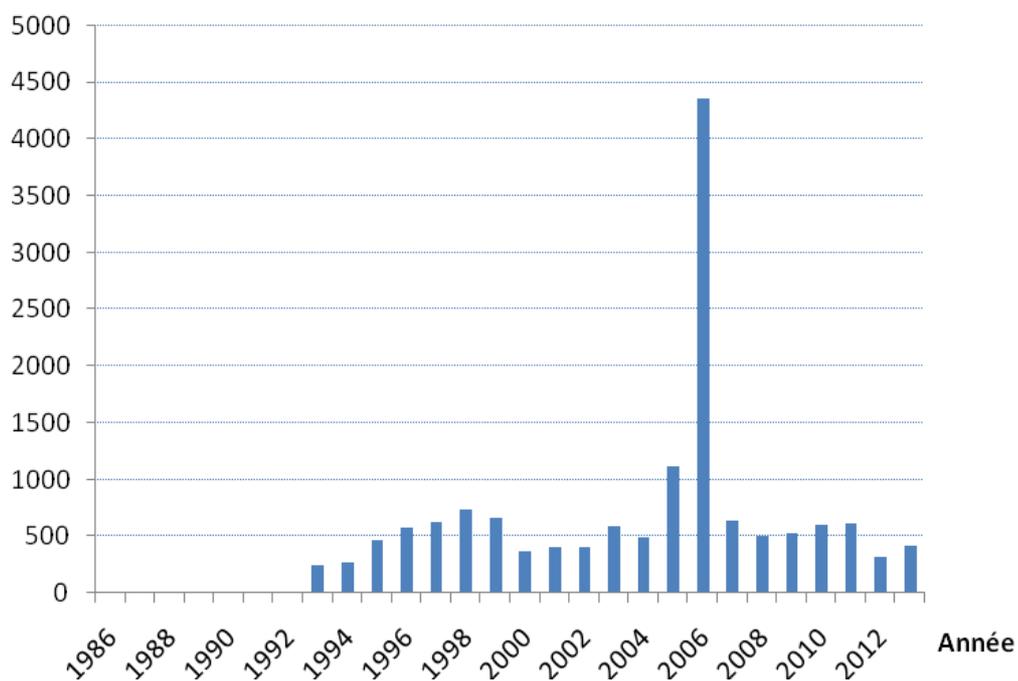


Figure 11 Nombre d'oiseaux collectés par an par le réseau SAGIR sur la période s'étendant du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013
Remarque : de 1986 à 1992 moins de 16 oiseaux ont été collectés par an.

II - Organisation actuelle de la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France

La surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France est à l'heure actuelle majoritairement réalisée par l'Unité Sanitaire de la Faune de l'ONCFS. Comme pour les mammifères sauvages, elle repose sur le réseau SAGIR pour la surveillance passive et sur une équipe spécialisée pour l'organisation de la surveillance active.

II.A - Surveillance passive

II.A.1 Par le réseau SAGIR

Du fait de l'objectif historique du réseau SAGIR d'évaluation de la santé d'espèces d'intérêt cynégétique ainsi que de l'origine des fonds, la majorité des oiseaux collectés et analysés appartiennent à des espèces chassables principalement des ordres des Anseriformes (canards, oies), Columbiformes (pigeons, tourterelles), Galliformes (perdrix, faisans) et Passeriformes (grives, alouettes) (cf. Tableau 28). Des oiseaux d'autres ordres peuvent cependant être également collectés, notamment en cas de mortalité massive. Ce fut, par exemple, le cas à la fin des années 1990 où des milans royaux (*Milvus milvus*) et des buses variables (*Buteo buteo*) (ordre des Accipitriformes) furent collectés, victimes d'intoxication aux anticoagulants dans le Nord-Est de la France en lien avec des campagnes de régulation de population de rongeurs ravageurs des cultures (Berny et Gaillet, 2008). Du fait de l'augmentation des enjeux de conservation de la biodiversité, de plus en plus d'investigations concernant des espèces protégées¹⁹ sont alors réalisées depuis quelques années, notamment en collaboration avec d'autres organismes (cf. II.A.2) (USF, 2014). D'autres ordres comprenant en grande majorité des espèces protégées, mais en effectifs restreints, viennent ainsi s'ajouter, aux ordres préalablement cités, dans la base de données du réseau (cf. Tableau 28).

Sur la période s'étendant du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013 (28 ans), 14970 oiseaux de 19 ordres différents (plus de 170 espèces ; 143 individus d'espèces non identifiées) ont été collectés par le réseau SAGIR (cf. Tableau 28). Près de 30 % (n = 4355) des oiseaux enregistrés dans la base de donnée l'ont, par ailleurs, été sur la seule année 2006 (cf. Figure 11).

Une grande diversité d'analyses complémentaires a été pratiquée sur les cadavres pris en charge par les laboratoires, aussi bien toxicologiques (recherche de certains pesticides²⁰ et/ou de métaux lourds) que microbiologiques (bactériologie, virologie, mycologie et/ou parasitologie) (cf. Tableau 28). Le choix des analyses pratiquées était fait à partir des commémoratifs et des suspicions de terrain, des lésions macroscopiques observées lors des autopsies et des moyens, financiers et techniques, disponibles dans les laboratoires.

Deux agents biologiques viraux ont fait l'objet d'une surveillance passive renforcée. En effet, suite à sa réémergence en Petite Camargue (départements Hérault et Gard) en France en Août 2000 (Murgue *et al.*, 2001), le *virus West-Nile* a, tout d'abord, été systématiquement recherché de 2001 à 2007 sur les cadavres d'oiseaux sauvages des départements de la côte méditerranéenne et de la Corse (zones à risque d'introduction du virus en France en provenance du continent africain). Cette surveillance s'est traduite par la recherche du virus (rRT-PCR à partir de prélèvements d'encéphale), représentant principalement un risque pour la santé publique, chez quelques centaines d'oiseaux,

¹⁹ définies par l'Arrêté du 29 Octobre 2009.

²⁰ rodenticides, taupicides, corvicides, insecticides et produits phytosanitaires.

Tableau 28 Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Accipitriformes (17 espèces)	1362	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i> Mycoplasmes	<i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Mycobacterium avium</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	<i>Virus Influenza aviaire H5N1</i> hautement pathogène
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida albicans</i>	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Cestodes <i>Ascaridia</i> sp. Spirures Cestodes
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides Métaux lourds
Anseriformes (28 espèces)	3913	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i>	<i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Mycobacterium avium</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>Yersinia</i> sp. <i>Chlamydia</i> sp. <i>Clostridium botulinum</i> <i>Pasteurella multocida</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus West-Nile</i> <i>Paramyxovirus 1</i>	<i>Virus Influenza aviaire H5N1</i> hautement pathogène
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Cestodes Coccidies <i>Ascaridia</i> sp. <i>Capillaria</i> sp.
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides Métaux lourds
Apodiformes (1 espèce)	1	Bactériologie générale	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	<i>Brachylaima</i> sp.

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

principalement des ordres Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, et Passeriformes (cf. Tableau 28). Le virus n'a été détecté chez aucun des oiseaux collectés par le réseau SAGIR (Hars *et al.*, 2008a). Dans le même temps, suite à son émergence en Chine en 1996 et à sa diffusion vers l'Ouest, le *virus de l'Influenza aviaire H5N1* hautement pathogène, et plus généralement l'ensemble des *virus de l'Influenza aviaire*, ont fait l'objet d'une surveillance renforcée chez les oiseaux sauvages en Europe et en France. Ainsi, suite à une décision de la Commission Européenne (décision 2002/649/CE) et des directives de la Direction générale de l'alimentation, l'ONCFS a mis en place des programmes de surveillance, en collaboration avec l'AFSSA (Anses à partir de 2010) Ploufragan (Hars *et al.*, 2006b). L'objectif était d'améliorer les connaissances sur le portage de tous les virus de sous-type H5 ou H7 Influenza par l'avifaune sauvage et de détecter précocement des souches hautement pathogènes susceptibles d'être introduites dans les élevages de volailles (enjeu économique). Ainsi, en prévision de l'arrivée sur le territoire métropolitain du *virus de l'IA H5N1* hautement pathogène en provenance de l'Europe de l'Est, la surveillance passive du virus a été renforcée à partir de Septembre 2005 (Hars *et al.*, 2008c) et ce jusqu'en 2010. La pression d'observation a cependant été maximale en 2006 (cf. Figure 11). Durant cette période, les *virus de l'Influenza aviaire* ont été recherchés (rRT-PCR M puis H5 à partir d'écouvillons cloacaux) chez plus de 1800 oiseaux, trouvés morts dans le milieu naturel, appartenant à 16 ordres différents (cf. Tableau 28). Le *virus de l'Influenza aviaire H5N1* hautement pathogène a été retrouvé en 2006 dans le département de l'Ain chez des oiseaux des ordres des Accipitriformes (1 buse variable *Buteo buteo*), des Anseriformes (54 cygnes tuberculés *Cygnus olor*, 6 fuligules milouin *Aythya ferina*, 1 fuligule morillon *Aythya fuligula* et 1 oie cendrée *Anser anser*), des Pelecaniformes (1 héron cendré *Ardea cinerea*) et des Podicipediformes (1 grèbe huppé *Podiceps cristatus*) et en 2007 dans le département de la Moselle chez des Anseriformes (5 cygnes tuberculés et 2 canards colverts *Anas platyrhynchos*) (Hars *et al.*, 2008c ; Le Gall-Reculé *et al.*, 2008 ; Niqueux *et al.*, 2010).

Tableau 28 (suite) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Charadriiformes (28 espèces)	798	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i>	<i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Salmonella</i> spp. <i>Chlamydia</i> sp. <i>Clostridium botulinum</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus West-Nile</i> <i>Paramyxovirus 1</i>	-
		Mycologie	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Cestodes
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

Tableau 28 (suite) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*		
Ordre	Effectifs				
Ciconiiformes (2 espèces)	77	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies	-		
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	-		
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida albicans</i>	-		
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-		
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides		
Columbiformes (5 espèces)	3289	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i> Mycoplasmes	<i>Mycobacterium avium</i> <i>Chlamydia</i> sp. <i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Mannheimia haemolytica</i> <i>Pasteurella</i> sp. <i>Salmonella</i> spp. <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>		
		Virologie <i>Adénovirus</i> <i>Herpesvirus</i> <i>Virus de l'Influenza aviaire</i> <i>Paramyxovirus 1</i> <i>Avipoxvirus</i> <i>virus West-Nile</i>	<i>Avipoxvirus</i>		
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida</i> sp.	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Candida</i> sp.		
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	<i>Ascaridia</i> sp. Coccidies Cestodes <i>Capillaria</i> sp. <i>Trichomonas</i> sp.		
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides		
		Coraciiformes (1 espèce)	6	Bactériologie générale	-
				Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus West-Nile</i>	-
Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-				

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

Tableau 28 (suite) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Falconiformes (4 espèces)	119	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i>	-
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	-
		Mycologie	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides
Galliformes (8 espèces)	2119	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i> Mycoplasmes	<i>Mycobacterium avium</i> <i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Clostridium perfringens</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Mycoplasma</i> sp. <i>Pasteurella</i> sp. Staphylocoques Streptocoques <i>Clostridium botulinum</i> <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>Avipoxvirus</i> <i>virus West-Nile</i>	-
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida</i> sp.	<i>Aspergillus fumigatus</i>
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	<i>Ascaridia</i> sp. <i>Ascaridia</i> sp. <i>Capillaria</i> sp. Coccidies <i>Heterakis</i> sp. <i>Railletina</i> sp. <i>Syngamus</i> sp. <i>Trichomonas</i> sp.
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

Tableau 28 (suite) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Gruiformes (7 espèces)	367	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies	<i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Clostridium botulinum</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus West-Nile</i>	-
		Mycologie	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides
Passeriformes (46 espèces)	2148	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i> Mycoplasmes	<i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i> <i>Escherichia coli</i> hémolytique <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Pasteurella multocida</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus Usutu</i> <i>virus West-Nile</i>	-
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp. <i>Candida</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Cestodes <i>Trichomonas</i> sp.
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides
Pelecaniformes (8 espèces)	284	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies	<i>Mycobacterium</i> sp.
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>virus West-Nile</i>	<i>Virus Influenza aviaire H5N1</i> hautement pathogène
		Mycologie <i>Aspergillus</i> sp.	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

Tableau 28 (suite) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Phoenicopteriformes (1 espèce)	17	Bactériologie générale	<i>Staphylococcus aureus</i>
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	-
Piciformes (3 espèces)	14	Bactériologie générale	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
Podicipediformes (3 espèces)	54	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies	-
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	<i>Virus Influenza aviaire H5N1</i> hautement pathogène
		Mycologie	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Coccidies Cestodes
Procellariformes (1 espèce)	2	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-
Psittaciformes (1 espèce)	17	Bactériologie générale	<i>Salmonella</i> spp.
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

Tableau 28 (fin) Ordre, effectifs et analyses complémentaires réalisées sur les oiseaux sauvages collectés par le réseau SAGIR (surveillance passive) du 1^{er} Janvier 1986 au 31 Décembre 2013

Oiseaux collectés		Analyses réalisées	Agent identifié responsable du décès*
Ordre	Effectifs		
Strigiformes (5 espèces)	129	Bactériologie générale +/- milieux sélectifs bactéries anaérobies <i>Chlamydiaceae</i>	<i>Salmonella</i> spp.
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i>	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	Coccidies
		Toxicologie Pesticides, Métaux lourds	Pesticides
Suliformes (3 espèces)	111	Bactériologie générale	-
		Virologie <i>virus de l'Influenza aviaire</i> <i>Paramyxovirus type 1</i>	-
		Mycologie	-
		Parasitologie sur contenu digestif examen direct techniques d'enrichissement	-

* tel qu'enregistré dans la base de données du réseau.

II.A.2 Par des associations de protection des oiseaux

Depuis plus de 10 ans, la branche dédiée à la sauvegarde des rapaces : « Mission Rapaces » de la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO, 2014a) réalise, en collaboration avec d'autres organismes, une surveillance nationale des mortalités de ce groupe d'oiseaux liées aux lignes électriques ou à la consommation de produits toxiques.

La surveillance des mortalités liées aux lignes électriques est réalisée depuis 2004 par le Comité National Avifaune (CNA, 2014) regroupant des représentants de la LPO, de l'association France Nature Environnement ainsi que les principaux gestionnaires de réseaux électriques en France : Réseau Transport Electrique (RTE) et Electricité Réseau Distribution France (ERDF). Elle concerne principalement les oiseaux de grande envergure et/ou susceptibles de nicher sur les pylônes électriques (ordre des Accipitriformes, des Ciconiiformes, des Falconiformes et des Strigiformes). Bien que recensant les oiseaux trouvés morts au pied des lignes et des pylônes électriques sans toutefois les collecter pour analyses complémentaires, l'objectif principal de ce comité est d'identifier les portions de réseaux électriques susceptibles de représenter un danger pour les oiseaux et de les sécuriser (action préventive).

Une surveillance des cas d'intoxications de rapaces est réalisée en France par la LPO, en parallèle de celle, généraliste, menée par SAGIR. Dans les Pyrénées et le Sud-Est de la France, un réseau spécifique « Vigilance Poisons » a été mis en place en 2005²¹ pour surveiller plus particulièrement les cas d'intoxications des espèces : Milan Royal, Gypaète barbu *Gypaetus barbatus*, Vautour percnoptère *Neophron percnopterus*, Vautour fauve *Gyps fulvus*, Vautour moine *Aegypius monachus* et Balbuzard pêcheur *Pandion halietus* (Joncour *et al.*, 2010), faisant l'objet de Plans Nationaux d'Actions spécifiques en raison de leur situation en France et en Europe (PNA, 2014). Les oiseaux de ces espèces trouvés morts sont alors, en fonction du lieu de leur découverte, soit acheminés à un laboratoire départemental vétérinaire du réseau SAGIR où seront pratiquées une autopsie et des analyses complémentaires (dont toxicologiques en cas de suspicion) afin d'identifier la cause de la mort, soit confiés à un vétérinaire praticien membre du réseau « Vigilance Poisons » pour réalisation de prélèvements en vue d'analyses toxicologiques. Les oiseaux confiés aux laboratoires départementaux peuvent faire l'objet, même en l'absence de suspicions de terrain et/ou nécropsique, d'analyses toxicologiques prises en charge par le réseau « Vigilance Poisons ». Entre 2005 et 2010, 111 oiseaux des 5 premières espèces précédemment citées ont été analysés par ce réseau (Joncour *et al.*, 2010).

²¹ Le Parc National des Pyrénées a rejoint la collaboration LPO-réseau SAGIR à partir de 2008.

Tableau 29 Origine, ordre et effectifs des oiseaux sauvages prélevés dans le cadre des programmes de surveillance active du *virus West-Nile* (sérologie) en France en 2000 et 2001

Année	Oiseaux prélevés				Références
	Origine	Ordre	Effectifs	Résultat	
2000*	- Régulation de population d'une espèce de Corvidae (Pie bavarde <i>Pica pica</i>) - Capture d'une espèce sédentaire abondante (Moineau domestique <i>Passer domesticus</i>)	Passeriformes (2 espèces)	135	Séroprévalence apparente 22 % chez la Pie bavarde	
	- Abattage d'individus sur une décharge (Goéland leucophée <i>Larus cachinnans</i> , Mouette rieuse <i>Chroicocephalus ridibundus</i>)	Charadriiformes (2 espèces)	195	Séroprévalence apparente 0,87 % chez le Goéland leucophée	Hars <i>et al.</i> , 2004
2001	- Capture d'une espèce sédentaire abondante (Pie bavarde <i>Pica pica</i>)	Passeriformes (1 espèce)	28	négatif	

* période d'essai/d'expérimentation permettant la mise en place de la surveillance continue les années suivantes

II.B - Surveillance active

II.B.1 Par l'Unité Sanitaire de la Faune de l'ONCFS

Depuis que l'USF de l'ONCFS a en charge l'évaluation sanitaire de la faune sauvage, la surveillance épidémiologique active des maladies des oiseaux sauvages en France a concerné deux groupes de virus : le *virus West-Nile* sur la période 2000-2007 et les *virus de l'Influenza aviaire* sur la période 2003-2011.

a. Surveillance du virus West-Nile (2000-2007)

Suite à la réémergence du *virus West-Nile* en Petite Camargue (départements Hérault et Gard) en France en Août 2000 (Murgue *et al.*, 2001), une surveillance épidémiologique de la circulation du virus a été mise en place, notamment chez les oiseaux sauvages (CIRAD, 2009). Elle a été conduite par l'USF en collaboration avec la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), le Centre National de Référence des Arbovirus de l'Institut Pasteur, les laboratoires départementaux vétérinaires, le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Immédiatement après la réémergence du virus, une étude de surveillance active (analyses sérologiques) a été mise en œuvre afin d'évaluer l'intensité de la circulation virale chez l'avifaune sauvage et d'identifier d'éventuelles espèces-réservoirs (Hars *et al.*, 2004 ; Hars *et al.*, 2008a). Des oiseaux sauvages des ordres Charadriiformes et /ou Passeriformes ont alors été capturés spécialement en 2000 et 2001 ou dans le cadre d'actions de régulation de population, et prélevés (*cf.* Tableau 29). Les autres oiseaux prélevés ont été des canards colvert (*Anas platyrhynchos*) « appelants »²² et des volailles domestiques utilisés comme oiseaux sentinelles. Ensuite, les actions de surveillance active ont été poursuivies jusqu'en 2007 (arrêt en 2008 du fait de la lourdeur du programme et d'un contexte épidémiologique favorable en France) mais uniquement à l'aide d'oiseaux sentinelles (absence de capture d'oiseaux sauvages) (Hars *et al.*, 2008a).

b. Surveillance des virus de l'Influenza aviaire (2003-2011)

Suite à la décision 2002/649/CE de la Commission européenne, la DGAL a chargé l'ONCFS de mettre en œuvre un programme de surveillance des *virus de l'Influenza aviaire*, en collaboration avec l'AFSSA Ploufragan (*cf.* II.A.I). En parallèle de la surveillance passive renforcée menée par le réseau SAGIR, une surveillance active a été mise en place en 2003 et reconduite chaque année jusqu'en 2011 (décisions 2004/111/CE, 2005/464/CE, 2006/101/CE et 2007/268/CE).

Pendant toute cette période, les programmes de surveillance ont été menés par la Direction Générale de l'Alimentation, l'USF et le Laboratoire National de Référence (LNR) pour l'Influenza aviaire de l'AFSSA Ploufragan. Ces trois pilotes ont alors travaillé en partenariat avec d'autres institutions comme les Directions Départementales des Services Vétérinaires (DDSV) (départements de la Loire-Atlantique, de l'Ain, du Gard et des Bouches du Rhône) et l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon ainsi que de nombreux acteurs de terrain ayant la capacité de capturer des oiseaux pour la réalisation de prélèvements : le Parc des oiseaux de Villard les Dombes, la fondation Pierre Vérots propriétaire de marais en Dombes, les Marais du Vigueirat, les

²² Canards élevés par les chasseurs dans des volières, au bord des étangs et des roselières, pour la chasse de nuit au gabion. Les oiseaux sont lâchés la nuit sur les étangs, équipés d'un fil plombé à la patte, afin qu'ils « appellent » les canards sauvages.

Tableau 30 Origine, ordre et effectifs des oiseaux sauvages prélevés dans le cadre des programmes de surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* (IA) (rRT-PCR gène M puis H5 sur écouvillons cloacaux) en France de 2003 à 2011

Année	Oiseaux prélevés				Références
	Origine	Ordre	Effectifs	Résultat	
2003-2005*	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Bagueage de Laridae (Charadriiformes) dans le cadre de gestion d'une réserve de chasse et de faune sauvage ONCFS (Finistère)	Anseriformes (12 espèces)	531	nég. IA	Hars <i>et al.</i> , 2006b
		Charadriiformes (2 espèces)	89	nég. IA	
		Passeriformes (1 espèce)	9	nég. IA	
2006	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de bagueage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Tirs de renforcement de la surveillance (Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> , Corneille noire <i>Corvus corone</i>) (autour du foyer H5N1 Ain 2006) - Autres captures (filet/cage) d'oiseaux (29 espèces) des ordres Passeriformes, Anseriformes, Columbiformes, Charadriiformes (autour du foyer H5N1 Ain 2006)	Anseriformes	804	H5N? FP H7N1 FP	Hars, 2006
		Charadriiformes	359	H5N? FP	
		Columbiformes	53	nég. IA	
		Gruiformes	5	nég. H5-H7	
		Passeriformes	531	nég. IA	
2007	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de bagueage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Prélèvements sur des oiseaux d'espèces à éradiquer (Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i>) - Tirs de renforcement de la surveillance (Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i> , Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> , Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>) (autour du foyer H5N1 Moselle 2007)	Anseriformes (8 espèces)	1154	H5N? FP H5N2 FP H5N3 FP (Prévalence apparente H5FP : 1 à 2 % selon les espèces) + autres sous-types	Hars <i>et al.</i> , 2007
		Charadriiformes (7 espèces)	127	nég. H5-H7	
		Gruiformes (2 espèces)	37	nég. IA	
		Pelecaniformes (1 espèce)	24	nég. IA	

* période d'essai/d'expérimentation permettant la mise en place de la surveillance continue les années suivantes

Légende : nég. IA = rRT-PCR M négative ; nég. H5-H7 = rRT-PCR M positif mais rRT-PCR H5 et H7 négatives ; HXNX = sous-type caractérisé ; FP = faiblement pathogène

bagueurs du Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) du Muséum d'Histoire Naturelle, le domaine départemental de Lindre, les sociétés de chasses et les FDCs. Afin de simplifier les aspects logistiques, l'USF s'est également largement appuyée sur les programmes de recherche de son Centre National d'Etude et de Recherche Appliquée Avifaune migratrice (captures annuelles d'Anseriformes et de Charadriiformes limicoles en Camargue, Champagne humide, Estuaire de la Loire et Dombes pour des suivis de population) ainsi que sur des opérations d'élimination d'espèces invasives, menées par ses agents (cf. I.B.2). Des renforcements de la surveillance active par tirs/prélèvements d'oiseaux ont, par ailleurs, été réalisés suite à l'apparition de foyers d'Influenza aviaire hautement pathogène en 2006 en Dombes et en 2007 en Moselle. Enfin, à partir de 2009, les moyens supplémentaires apportés par le programme FRIA 08-10 (cf. II.B.2.d) ont permis d'augmenter le nombre de prélèvements jusqu'en 2011 (cf. Tableau 30) Les analyses de dépistage (rRT-PCR gène M puis H5 à partir d'écouvillons cloacaux) étaient réalisées par les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires avant envoi vers le Laboratoire National de Référence (LNR) de l'AFSSA Ploufragan pour sous-typage et détermination du pouvoir pathogène du virus. Du fait d'un contexte épidémiologique favorable à l'échelle européenne, les programmes de surveillance active des *virus de l'IA* ont été arrêtés en France en 2012 (Hars *et al.*, 2006 ; Hars *et al.*, 2006b ; Hars *et al.*, 2007 ; Hars *et al.*, 2008b ; Hars *et al.*, 2010a ; Hars *et al.*, 2010b ; Hars *et al.*, 2011b).

Dans le cadre de ces programmes de surveillance successifs complétés par les moyens du programme FRIA, des milliers d'oiseaux des ordres des Anseriformes et Charadriiformes ont ainsi été principalement prélevés mais également des ordres des Columbiformes, Galliformes, Gruiformes, Passeriformes, Podicipediformes et Pelecaniformes (cf. Tableau 30).

Les surveillances du *virus West-Nile* et du *virus de l'Influenza aviaire* chez l'avifaune sauvage ont été menées par l'USF dans le cadre d'actions mises en place spécifiquement mais surtout grâce à l'opportunité d'accès donnée par d'autres programmes menés régulièrement sur les oiseaux sauvages en France. Ces programmes, sources importantes de matériel biologique pour la surveillance active des maladies de l'avifaune sauvage, sont présentés dans les paragraphes suivants ainsi que les ordres d'oiseaux et le nombre d'individus capturés.

II.B.2 Sources de matériel biologique utilisées pour la surveillance active en France

a. Les programmes annuels de baguage d'oiseaux sauvages

En écologie, le suivi des populations d'oiseaux sauvages passe par l'identification permanente, par baguage, d'individus capturés puis relâchés. Le baguage (pose d'une bague métallique numérotée sur la patte d'un oiseau) est pratiqué en France depuis 1923 (CRBPO, 2014). Il permet d'étudier les déplacements et les dynamiques de population des espèces afin de proposer des mesures de gestion des espaces naturels ou des adaptations des plans de chasse.

En France, un organisme unique coordonne les programmes de baguage d'espèces françaises d'oiseaux sauvages en fournissant les bagues aux acteurs de terrain et en enregistrant en retour les données de baguage, de contrôle²³ ou de reprise²⁴. Il s'agit du Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO). Le CRBPO est une structure dépendante du Muséum National d'Histoire Naturelle soutenu par le Ministère chargé de l'Ecologie (CRBPO, 2014). Les

²³ nouvelle capture d'un oiseau vivant préalablement bagué.

²⁴ collecte du cadavre d'un oiseau préalablement bagué permettant la reprise de la bague.

Tableau 30 (suite) Origine, ordre et effectifs des oiseaux sauvages prélevés dans le cadre des programmes de surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* (rRT-PCR gène M puis H5 sur écouillons cloacaux) en France de 2003 à 2011

2008	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de baguage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord et Pas de Calais) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Prélèvements sur des oiseaux d'espèces à éradiquer (Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i>)	Anseriformes (8 espèces)	512	H5N? FP H5N2 FP H5N3 FP (Prévalence apparente H5FP : 1 à 9 % selon les espèces) H7N9 FP + autres sous-types	Hars <i>et al.</i> , 2008b
		Charadriiformes (5 espèces)	33	nég. IA	
		Gruiformes (3 espèces)	47	nég. IA	
		Pelecaniformes (1 espèce)	319	nég. H5-H7	
2009 [#]	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de baguage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord et Pas de Calais) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Prélèvements sur des oiseaux d'espèces à éradiquer (Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i> , Bernache du Canada <i>Branta canadensis</i> et Erismature rousse <i>Oxyura jamaicensis</i>)	Anseriformes (14 espèces)	1343	H5N? FP H5N2 FP H5N3 FP (Prévalence apparente H5FP : 1 à 5 % selon les espèces) H7N? FP + autres sous-types (+ PMV1/PMV6 [◇])	Hars <i>et al.</i> , 2010a
		Charadriiformes (12 espèces)	486	nég. H5-H7	
		Galliformes (1 espèce)	1	nég. IA	
		Gruiformes (4 espèces)	61	nég. IA	
		Pelecaniformes (1 espèce)	63	nég. H5-H7	

[#] programmes de surveillance complétés par le programme FRIA 08-010

[◇] découvertes fortuites de *Paramyxovirus de type 1* (PMV1), *type 4* (PMV4) ou *type 6* (PMV6) lors de tentatives d'isolement de *virus de l'Influenza aviaire*

Légende : nég. IA = rRT-PCR M négative ; nég. H5-H7 = rRT-PCR M positif mais rRT-PCR H5 et H7 négatives ; HXNX = sous-type caractérisé ; FP = faiblement pathogène

Tableau 30 (fin) Origine, ordre et effectifs des oiseaux sauvages prélevés dans le cadre des programmes de surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* (rRT-PCR M puis H5 sur écouvillons cloacaux) en France de 2003 à 2011

2010 [#]	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de baguage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord et Pas de Calais) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Prélèvements sur des oiseaux d'espèces à éradiquer (Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i> , Bernache du Canada <i>Branta canadensis</i> et Erismature rousse <i>Oxyura jamaicensis</i>)	Anseriformes (14 espèces)	1467	H5N? FP H5N2 FP H5N3 FP (Prévalence apparente H5FP : 1 à 3 % selon les espèces) H7N3 FP H7N7 FP H7N9 FP + autres sous-types (+ PMV1/PMV4/PMV6 [◇])	Hars <i>et al.</i> , 2010b
		Charadriiformes (11 espèces)	271	H5N2 FP	
		Galliformes (1 espèce)	1	nég. IA	
		Gruiformes (3 espèces)	69	nég. H5-H7	
		Podicipediformes (1 espèce)	1	nég. IA	
		Pelecaniformes (1 espèce)	17	nég. IA	
2011 [#]	- Programmes de recherche du CNERA Avifaune migratrice (ONCFS) - Programmes de baguage de Laridae (Charadriiformes) du CRBPO (Nord et Pas de Calais) - Prélèvements sur tableaux de chasse - Prélèvements sur des oiseaux d'espèces à éradiquer (Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i> et Erismature rousse <i>Oxyura jamaicensis</i>)	Anseriformes (11 espèces)	543	nég. H5-H7	Hars <i>et al.</i> , 2011b
		Charadriiformes (5 espèces)	185	nég. IA	
		Gruiformes (3 espèces)	59	nég. H5-H7	
		Pelecaniformes (1 espèce)	47	nég. H5-H7	

[#] programmes de surveillance complétés par le programme FRIA 08-010

[◇] découvertes fortuites de *Paramyxovirus de type 1* (PMV1), *type 4* (PMV4) ou *type 6* (PMV6) lors de tentatives d'isolement de *virus de l'Influenza aviaire*

Légende : nég. IA = rRT-PCR M négative ; nég. H5-H7 = rRT-PCR M positif mais rRT-PCR H5 et H7 négatives ; HXNX = sous-type caractérisé ; FP = faiblement pathogène

Tableau 31 Effectifs annuels et par ordre, des oiseaux sauvages bagués ou contrôlés en France métropolitaine
par les bagueurs du CRBPO entre 2007 et 2012

Ordre	Effectifs par année											
	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Bagué	Contrôlé	Bagué	Contrôlé	Bagué	Contrôlé	Bagué	Contrôlé	Bagué	Contrôlé	Bagué	Contrôlé
Accipitriformes (20 esp.)	2987	335	3231	462	2234	444	767	645	869	1131	432	140
Anseriformes (19 esp.)	1741	4353	4750	4250	12986	6808	5938	5278	1753	903	760	623
Apodiformes (2 esp.)	249	1	351	5	301	13	212	5	264	23	163	16
Bucerotiformes (1 esp.)	82	7	46	5	45	2	30	4	41	0	43	5
Caprimulgiformes (1 esp.)	14	0	25	5	16	0	10	1	28	2	74	5
Charadriiformes (69 esp.)	11569	3507	16705	4616	15092	5486	11477	4688	15316	5305	11368	7747
Ciconiiformes (2 esp.)	1140	1597	1348	1648	1327	1974	1009	1085	2679	2750	787	2706
Columbiformes (6 esp.)	4697	120	4492	27	4175	255	4812	246	5814	252	4758	234
Coraciiformes (3 esp.)	991	262	916	269	655	156	587	131	798	206	575	204
Cuculiformes (2 esp.)	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	6	0
Falconiformes (5 esp.)	617	15	558	29	681	23	347	3	465	18	421	9
Galliformes (6 esp.)	145	6	151	1	547	18	674	19	443	18	871	26
Gaviiformes (2 esp.)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Gruiformes (8 esp.)	310	194	317	220	833	233	1067	685	925	1102	802	1031
Otidiformes (2 esp.)	68	0	61	3	71	1	0	0	0	0	0	1
Passeriformes (146 esp.)	222545	36348	253772	46464	262002	42289	278458	47918	298548	45941	270787	49454
Pelecaniformes (13 esp.)	748	9	728	27	1304	47	1605	34	1794	72	872	210
Phoenicopteriformes (1 esp.)	0	538	545	135	367	6	811	18	423	1	2	5
Piciformes (7 esp.)	487	86	579	111	564	85	606	85	688	91	706	142
Podicipediformes (3 esp.)	3	0	7	0	6	0	1	0	2	0	0	0
Procellariiformes (5 esp.)	266	194	275	229	1761	910	43	84	364	479	1448	468
Psittaciformes (2 esp.)	0	0	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Pteroclidiformes (1 esp.)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
Strigiformes (9 esp.)	2613	664	2786	688	1212	445	2271	875	2199	838	3216	906
Suliformes (3 esp.)	324	44	460	621	752	485	958	123	948	132	622	82
Total	251596	48280	292109	59815	306925	59680	311694	61928	334361	59265	298713	64015

Légende : esp. = espèce

oiseaux sont capturés par des bagueurs qualifiés à l'aide de techniques appropriées à l'espèce (filet japonais, nasse, cage,...), bagués avant recueil d'informations démographiques et biométriques puis relâchés sur le site de capture. Toutes les espèces d'oiseaux sauvages françaises capturées sont baguées et des suivis particuliers d'espèce ont été mis en place. Les données obtenues sont ensuite analysées par des équipes de recherche à l'aide d'outils statistiques de type « capture-marquage-recapture ».

Dans un but d'évaluation et de gestion de la ressource cynégétique, les équipes de recherche des Centres Nationaux d'Etude et de Recherche Appliquée « Avifaune Migratrice », « Petite Faune Sédentaire de Plaine » et « Faune de montagne » de la Direction des Etudes et de la Recherche de l'ONCFS, assistés d'agents des Fédérations Départementales des Chasseurs selon les programmes²⁵, identifient ainsi chaque année des milliers d'oiseaux d'espèces chassables des ordres Anseriformes (cf. Photo 1), Charadriiformes, Columbiformes, Galliformes ou Passeriformes (Bro *et al.*, 2000 ; Caizergues et Ellison, 2002 ; Tavecchia *et al.*, 2002 ; Gourlay-Larour, 2013 ; Rezobecasse, 2013 ; CNERA AM, 2014 ; CNERA FM, 2014 ; CNERA PFSP, 2014 ; Guillemain *et al.*, 2014).



Photo 1 Bagueage et pose de marque nasale sur un fuligule milouinan *Aythya marila* (ordre des Anseriformes) capturé par le CNERA Avifaune migratrice pendant l'hiver 2010-2011

Dans le même temps et dans un but de conservation de la biodiversité, de nombreux oiseaux d'espèces protégées, notamment de l'ordre des Passeriformes, sont identifiés ou contrôlés chaque année. Ces actions sont réalisées sur le terrain par des bagueurs, en grande majorité bénévoles, issus de collectivités locales ou d'associations mais dans le cadre de programmes menés par les équipes de recherche du Muséum National d'Histoire Naturelle, du Centre National de la Recherche Scientifique et d'Universités (ex. : Suivi des Populations d'Oiseaux Locaux (Henry, 2011 ; Bichet *et al.*, 2013 ; SPOL, 2014) ; Suivi Temporel des Oiseaux Communs - volet capture à l'aide de plus de 180 stations de bagueage fixes réparties sur tout le territoire français (Juillard, 2004 ; Clavel *et al.*, 2008 ; STOC, 2014)). Viennent compléter ces oiseaux, ceux soignés en centres de réhabilitation de la faune sauvage. En effet, ces structures sont habilitées à identifier tous les ordres d'oiseaux, autres que celui des Passeriformes, afin de réaliser des études de suivis après relâcher.

Plus de 250000 oiseaux issus de plus 300 espèces et 20 ordres sont alors identifiés chaque année en France métropolitaine dans le cadre de ces différents programmes (cf. Tableau 31). Ces oiseaux représentent alors du matériel biologique de qualité et des données intéressantes pour des programmes de surveillance épidémiologique. C'est ainsi, par exemple, que, entre 2006 et 2011, les

²⁵ en lien avec des réseaux spécifiques (ex. « Bécasse » ; « Oiseaux de passage ») <http://www.oncfs.gouv.fr/Les-reseaux-de-correspondants-ru95> Pages consultées le 30 Septembre 2014.

Tableau 32 Tableaux de chasse par ordre d'oiseaux sauvages, estimés par les enquêtes nationales ONCFS/FNC (Landry, 2000)

	Effectifs	
	Saison 1983-1984	Saison 1998-1999
Chasseurs*	1 929 366*	1 491 696*
Ordre d'oiseaux		
Anseriformes (4 esp. ⁺)	2 085 000	2 228 800
Charadriiformes (5 esp. ⁺)	3 600 000	938 400
Columbiformes (3 esp. ⁺)	6 344 000	5 664 000
Galliformes (4 esp. ⁺)	10 164 000	8 588 000
Gruiformes (3 esp. ⁺)	269 000	239 600
Passeriformes (7 esp. ⁺)	14 320 000	6 875 800
Total d'oiseaux tirés	34 082 000	24 534 600

* nombre de validation du permis de chasser

⁺ nombre d'espèces principalement tirées. D'autres espèces du même ordre ont également été tirées mais en effectif moindre.

bagueurs du CRBPO des départements Nord et Pas de Calais ont participé à la surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* par la capture de Laridae (ordre des Charadriiformes) (cf. II.B.1.b). En dehors de ce type de crise sanitaire à enjeux économiques et/ou de santé publique, les oiseaux capturés et bagués pour des études d'écologie ne sont, à notre connaissance, que peu utilisés pour l'évaluation de l'état sanitaire de leurs populations en Europe.

b. Les tableaux de chasse

Avec plus de 1 400 000 chasseurs, la France est le pays européen où la chasse à tir est la plus pratiquée (FNC, 2014). Des oiseaux sauvages d'espèces chassables des ordres Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Galliformes, Gruiformes ou Passeriformes sont alors tués chaque année. Des enquêtes menées par l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage et la Fédération Nationale des Chasseurs sur les saisons de chasse 1983-1984 et 1998-1999²⁶ ont permis d'estimer à plusieurs millions le nombre d'oiseaux tués par saison (Landry, 2000) (cf. Tableau 32). Bien que ne concernant que quelques ordres, dont une proportion non évaluée des oiseaux tués est issue de lâchés (ordres des Anseriformes et des Galliformes) pour le tir ou le repeuplement, la chasse, pratiquée chaque année, présente une opportunité d'accès, en quantité, à des cadavres frais pour des prélèvements biologiques utilisables, par exemple, pour des programmes de surveillance active. C'est ainsi que les chasseurs ont également été mis à contribution en France entre 2006 et 2011 dans le cadre de la surveillance des *virus de l'Influenza aviaire* (cf. II.B.1.b).

c. La destruction d'oiseaux nuisibles

Conformément au Code de l'Environnement (Article R427-6), des espèces autochtones d'oiseaux sauvages peuvent être classées nuisibles²⁷ et des actions de régulation menées dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques, pour assurer la protection de la flore et de la faune et/ou pour prévenir des dommages importants aux activités agricoles et aquacoles. Ces actions de régulation des populations déprédatrices sont ainsi confiées chaque année à des groupements de défense contre les organismes nuisibles dans les départements (ex. : FDGDON, 2014) tel que défini dans le Code rural (Articles L252-1 à 252-5). Alors que l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) (ordre des Passeriformes) est principalement effarouché, des destructions par piégeage et/ou tir de milliers de Corvidae (Corbeau freux *Corvus frugilegus*, Corneille noire *Corvus corone*, Pie bavarde *Pica pica*, Geai des Chênes *Garrulus glandarius*) (ordre des Passeriformes) et de Columbidae (Pigeon domestique feral *Columba livia domestica*) (ordre des Columbiformes) sont pratiquées chaque année, en ville et en campagne. Des corneilles noires et des pies bavardes ont ainsi été exploitées dans le cadre de la surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* et du *virus West-Nile* (cf. II.B.1).

d. Sources supplémentaires pour la surveillance active

En parallèle des actions présentées ci-dessus, menées annuellement, d'autres sources de matériel biologique ont été utilisées ponctuellement pour renforcer les programmes de surveillance active. Il s'agit d'actions de terrain réalisées dans le cadre de programmes de régulation d'espèces ou de recherche en épidémiologie des maladies des oiseaux sauvages. L'opportunité de ces actions permet alors de fournir, à moindre frais car réalisés à l'aide de fonds distincts de ceux dédiés à la

²⁶ Une nouvelle enquête a eu lieu pendant la saison 2013-2014 dont les résultats seront communiqués en 2015.

²⁷ définies par l'Arrêté du 2 Août 2012.

surveillance, des prélèvements biologiques de qualité (exemple de la surveillance des *virus de l'IA* ou du *virus West-Nile* en France) (cf. II.B.1).

Programmes de régulation d'espèces

En France, à l'heure actuelle, des espèces exotiques d'oiseaux sauvages sont considérées comme envahissantes (IBMA, 2014). Il s'agit d'espèces des ordres Anseriformes (Bernache du Canada *Branta canadensis*, Erismature rousse *Oxyura jamaicensis* et Oulette d'Egypte *Alopochen aegyptiaca*) et Pelecaniformes (Ibis sacré *Threskiornis aethiopicus*). Identifiés comme représentant une menace pour la biodiversité autochtone (agressivité en période de reproduction, prédation et/ou hybridation avec des espèces françaises), une nuisance pour le monde agricole (consommation des semis, dégradation des cultures) et/ou un risque sanitaire (souillures de plans d'eau et de parcs d'élevage avicole), des programmes de gestion de ces espèces ont été mis en place (Clergeau *et al.*, 2005 ; Fouque *et al.*, 2011 ; Fouque *et al.*, 2012 ; Caizergues et Maillard, 2013). Parmi ceux-ci figurent les tirs de régulation par les agents de l'Etat. Même si ces espèces ne sont initialement pas originaires de France métropolitaine, l'accès à leurs cadavres représente un intérêt pour la surveillance épidémiologique. En effet, vivant dans le même écosystème que les espèces autochtones, elles sont susceptibles d'être exposées aux mêmes dangers biologiques.

Ensuite, conformément au Code de l'Environnement (Articles L411-1 et 411-2), des espèces protégées d'oiseaux sauvages peuvent également faire l'objet, par arrêtés préfectoraux, de régulation de populations pour prévenir des dommages aux cultures, aux piscicultures ou dans l'intérêt de la sécurité et de la santé publique. Des grands cormorans (*Phalacrocorax carbo*) (ordre des Suliformes) sont ainsi par exemple régulièrement détruits (ex. : Arrêté n°2012233-03 ; Arrêté 2014-DDT-SERAF-UFC n°20) dans la limite de quotas départementaux (Arrêté du 16 Août 2013), ainsi que des espèces de Laridae (ordre des Charadriiformes) (ex. : Arrêté n° 2006132-1 ; Arrêté n° 10-1960).

Tableau 33 Origine, ordre et effectifs des oiseaux sauvages prélevés dans le cadre d'un programme de recherche sur l'épidémiologie du *virus West-Nile* en Camargue

Année	Oiseaux prélevés			Références
	Origine	Ordre	Effectifs	
2004	- Capture au filet japonais d'espèces sédentaires et migratrices	Passeriformes (29 espèces)	427	Jourdain <i>et al.</i> , 2008b
	- Capture d'oisillons de Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i> sur une colonie	Bucerotiformes (1 espèce)	3	
2004	- Capture d'oisillons de Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i> sur une colonie	Pelecaniformes (1 espèce)	201	Jourdain <i>et al.</i> , 2007
	- Capture au filet japonais ou à la cage d'espèces sédentaires	Passeriformes (3 espèces)	227	
2005	- Capture d'une espèce sédentaire abondante (Pie bavarde <i>Pica pica</i>)	Passeriformes (1 espèce)	271	Jourdain <i>et al.</i> , 2008a

Programmes de recherche en épidémiologie

Dans le cadre de projet de recherche en épidémiologie, des oiseaux sauvages peuvent également être spécialement capturés. Ainsi, suite à la réémergence du *virus West-Nile* en France en 2000 (Murgue *et al.*, 2001) et en parallèle des programmes de surveillance mis en place par l'USF sur les oiseaux sauvages (*cf. II.B.1.a*), des travaux de recherche sur l'épidémiologie du virus ont été menés (Jourdain, 2006). Des centaines d'oiseaux des ordres des Passeriformes, des Pelecaniformes et des Bucerotiformes ont alors été capturés (*cf. Tableau 33*) pour répondre aux questions posées (Jourdain *et al.*, 2008a ; Jourdain *et al.*, 2008b) et deux passereaux fortuitement retrouvés morts de l'infection virale ont alimenté la surveillance passive en 2004 (Jourdain *et al.*, 2007).

De même, suite à l'apparition du *virus de l'Influenza aviaire H5N1* hautement pathogène sur le territoire métropolitain en 2006, un programme visant à « mieux connaître la circulation des *virus IA FP* et *HP* chez les oiseaux sauvages et leur statut immunitaire en France » a été mené de 2009 à 2011 par l'ONCFS et le LNR pour l'IA de l'Anses (Hars *et al.*, 2011a). Ce programme « FRIA 08-010 » a fonctionné en parallèle des programmes de surveillance active et les milliers d'oiseaux de la famille des Anatidae capturés et prélevés pour ce programme ont abondé l'échantillon d'oiseaux testés pour la surveillance virologique. Le programme FRIA a, par ailleurs, comporté un important volet sérologique, un suivi de canards sentinelles et l'analyse phylogénétique poussée des souches isolées (Hars *et al.*, 2008c ; Hars *et al.*, 2011a ; Niqueux *et al.*, 2010).

La synthèse que nous venons de réaliser montre que l'organisation de la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France repose essentiellement sur l'Unité Sanitaire de la Faune de l'ONCFS. Celle-ci anime le réseau SAGIR d'une part et coordonne les programmes de surveillance active d'autre part.

Alors que la surveillance passive des maladies infectieuses est uniquement réalisée par le réseau SAGIR et concerne principalement les espèces chassables des ordres des Anseriformes, Columbiformes, Galliformes et Passeriformes, l'USF a principalement eu recours à des programmes ou des activités liés à l'avifaune sauvage autochtone préexistants comme sources de matériel biologique, et donc de données, pour ses actions de surveillance active sur une diversité d'ordres.

D'autres modes de collecte d'oiseaux sauvages autochtones existent, par ailleurs, en France mais ont jusqu'à présent été peu exploitées pour la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune. Nous nous proposons ici de les présenter et de montrer leurs capacités potentielles.

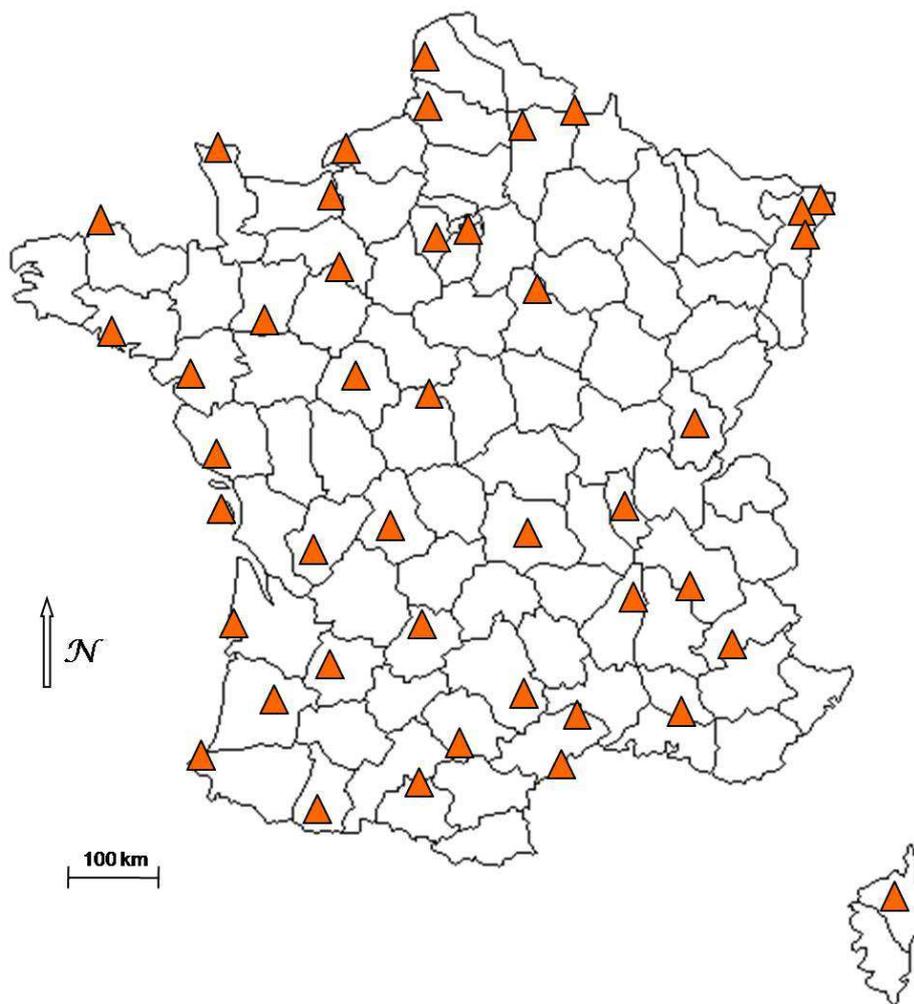


Figure 12 Localisation géographique des centres de réhabilitation (▲) pour oiseaux sauvages recensés en France métropolitaine en 2014

III - Acteurs potentiels pour la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage en France

III.A - Les centres de réhabilitation de la faune sauvage

III.A.1 Présentation générale

Les centres de réhabilitation de la faune sauvage existent depuis les années 1970-1980 et tendent à se développer à travers le Monde. Ils ont pour mission de recueillir, soigner et/ou élever des animaux blessés, malades ou orphelins de la faune sauvage autochtone. Qu'ils soient situés en Europe, Amérique du Nord ou du Sud, Asie, Afrique ou Australie, leur objectif final est le relâcher dans le milieu naturel d'animaux ayant parfaitement recouvré leur autonomie afin qu'ils puissent vivre en accord avec la biologie de leur espèce (chasse, migration, reproduction,...) (Lambert, 2013 ; ACE, 2014 ; Kalaweit, 2014 ; NWRA, 2014 ; RSPCA, 2014 ; Tasikoki, 2014 ; UFCS, 2014 ; WIRES, 2014). On distingue les centres de réhabilitation des refuges ou des sanctuaires qui reçoivent les mêmes espèces d'animaux sauvages mais qui les conservent en captivité, lorsqu'ils ne peuvent être relâchés, jusqu'à leur fin de vie naturelle. Des structures peuvent associer centre de réhabilitation et sanctuaire (EARS, 2014). La majorité des admissions en centres de réhabilitation sont individuelles ou en petits effectifs (portées, couvées) mais lors de catastrophes écologiques (ex. : pollution des eaux maritimes par des hydrocarbures lors du naufrage d'un navire), des centaines d'animaux (oiseaux, mammifères principalement) peuvent devoir être pris en charge et nécessiter une organisation particulière (centres de réhabilitation temporaires, coordination entre plusieurs structures) (OWCN, 2014 ; SAF, 2014).

En fonction du pays dans lequel ils sont situés, de la culture sociétale de conservation de la biodiversité associée et de l'importance patrimoniale accordée par les Etats et le grand public aux espèces admises, les centres de réhabilitation reçoivent leur soutien financier d'associations de protection animale ou de la nature, de subventions émanant des Etats ou de collectivités territoriales, ou de donateurs privés. Leur fonctionnement quotidien repose généralement sur des salariés, largement aidés par des bénévoles de formations et/ou de nationalités diverses qui peuvent ainsi approcher des espèces sauvages. Le deuxième objectif des centres de réhabilitation est, en effet, l'éducation et la sensibilisation du public à la conservation de la biodiversité. Les animaux admis servent alors de support pédagogique à ces actions.

III.A.2 Les centres de réhabilitation de la faune sauvage en France métropolitaine

En France, les centres de réhabilitation existent depuis les années 1980. Leur activité est réglementée par l'Etat. Le responsable du centre doit être, tout d'abord, détenteur d'un certificat de capacité validant ses compétences pour la détention provisoire dans de bonnes conditions de captivité des espèces animales de faune sauvage autochtone susceptibles d'être admises dans son centre. Ensuite, le centre est soumis à autorisation d'ouverture par le Préfet et le responsable doit s'assurer de la collaboration d'un vétérinaire (Arrêté du 11 Septembre 1992 ; Arrêté du 21 Novembre 1997 ; Arrêté du 12 Décembre 2000 ; Articles R.413-2 à R.413-23 du Code de l'Environnement). Plus de 45 centres de réhabilitation de la faune sauvage sont recensés à l'heure actuelle en France métropolitaine, répartis sur l'ensemble du territoire (cf. Figure 12). Ils dépendent généralement d'une association de protection de la nature (LPO, 2014b ; UFCS, 2014) et l'Union Française des Centres de Sauvegarde de la faune sauvage (UFCS) fédère l'action des centres y adhérant.

Tableau 34 Effectifs annuels par ordre, des oiseaux sauvages admis par les centres de réhabilitation de la faune sauvage autochtone membres de l'UFCS entre 2009 et 2011

Ordre		Effectifs par année		
		2009 (30 centres*)	2010 (33 centres*)	2011 (32 centres*)
Accipitriformes	(18 espèces)	1769	1864	1801
Anseriformes	(20 espèces)	512	509	525
Apodiformes	(3 espèces)	1297	1527	2000
Bucerotiformes	(1 espèce)	27	32	70
Caprimulgiformes	(1 espèce)	14	28	17
Charadriiformes	(40 espèces)	1525	1375	1297
Ciconiiformes	(2 espèces)	62	74	99
Columbiformes	(7 espèces)	1860	1719	1999
Coraciiformes	(3 espèces)	26	44	41
Cuculiformes	(2 espèces)	22	28	27
Falconiformes	(8 espèces)	971	984	954
Galliformes	(6 espèces)	49	71	62
Gaviiformes	(3 espèces)	6	3	8
Gruiformes	(6 espèces)	87	95	50
Otidiformes	(1 espèce)	1	2	0
Passeriformes	(77 espèces)	3821	4163	4237
Pelecaniformes	(12 espèces)	198	182	136
Phoenicopteriformes	(1 espèce)	2	4	1
Piciformes	(5 espèces)	190	224	201
Podicipediformes	(4 espèces)	39	54	32
Procellariiformes	(6 espèces)	66	13	23
Strigiformes	(10 espèces)	1670	2429	2151
Suliformes	(3 espèces)	178	147	157
Total		14392	15570	15888

* centres UFCS ayant contribué à la synthèse nationale cette année là

Les espèces de faune sauvage autochtone admises dans ces centres sont apportées par le grand public, des agents de l'ONCFS, des membres d'associations de protection de la nature ou les pompiers et dépendent de leur localisation géographique et de l'environnement qui les entoure (LPO, 2014b ; UFCV, 2014). La grande majorité des animaux admis est des oiseaux (Lambert, 2013).

Les centres de réhabilitation de la faune sauvage, membres de l'UCV, reçoivent chaque année environ 15000 oiseaux issus de plus de 260 espèces appartenant à 23 ordres (cf. Tableau 34). Ces oiseaux représentent alors une source de matériel biologique intéressante pour des études scientifiques dont des programmes de surveillance épidémiologique.

En effet, recevant de nombreux individus, malades, blessés ou morts, d'une grande diversité d'espèces, ils ont tout d'abord la capacité de fournir des informations concernant les causes de morbidité et/ou de mortalité de l'avifaune sauvage française, complémentaires à celles produites par le réseau SAGIR. Ensuite grâce à l'admission d'animaux vivants, les centres de réhabilitation ont facilement la capacité de fournir des prélèvements biologiques, frais, de qualité, exploitables pour des programmes de surveillance active. Enfin, ils permettent d'avoir accès facilement à de nombreuses espèces protégées dont la capture en milieu naturel, par exemple pour des actions de surveillance active, nécessite des autorisations préfectorales. Situés à travers l'ensemble du territoire métropolitain (cf. Figure 12), les centres de réhabilitation français pourraient ainsi être le support d'un réseau d'épidémiologie et d'épidémiologie des maladies des oiseaux sauvages en parallèle des organismes actuels.

Nous avons ainsi montré le potentiel des centres français de réhabilitation de la faune sauvage à contribuer à la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage tout d'abord à travers un article scientifique publié dans une revue internationale à comité de lecture :

- Gourlay P., Decors A., Moinet M., Lambert O., Lawson B., Beaudou F., Assié S., 2014. The potential capacity of French wildlife rescue centres for wild bird disease surveillance. *European Journal of Wildlife Research*, 60(6), 865-873, doi:10.1007/s10344-014-0853-9.

Cet article est présenté ci-après, précédé d'un résumé en français. Les annexes de l'article, publiées en ligne uniquement, sont présentées en Annexe 45.

Ce potentiel a ensuite également exposé à travers d'autres valorisations de nos travaux (note, communication orale et affiches en congrès internationaux) :

- Gourlay P., Decors A., Jouet D., Treilles M., Lemberger K., Faure E. *et al.*, 2011. Finch trichomonosis spreads to France, *EWDA Bulletin*, 2(7), 9-10. (cf. Annexe 46).
- Gourlay P., Decors A., Moinet M., Lambert O., Lawson B., Beaudou F. *et al.*, 2014. The potential capacity for wild bird disease surveillance of French wildlife rescue centres. Poster, proceeding and short oral presentation, 2nd *International Conference on Animal Health Surveillance*, La Havana, Cuba, 7-9 May 2014. (cf. Annexes 47 et 48).
- Gourlay P., Decors A., Moinet M., Lambert O., Lawson B., Beaudou F. *et al.*, 2014. The potential capacity for wild bird disease surveillance of French wildlife rescue centres. Poster, 11th *European Wildlife Disease Association Conference*, Edinburgh, Scotland, 25-29 August 2014. (cf. Annexe 47).

Surveillance des maladies de l'avifaune sauvage : potentiel des centres de réhabilitation de la faune sauvage en France

P. Gourlay^{1,2,3}, A. Decors⁴, M. Moinet⁵, O. Lambert^{1,3}, B. Lawson⁶, F. Beaudou^{2,3}, S. Assié^{2,3}

¹Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire, Oniris, Nantes, France ;

²INRA, UMR1300 Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en Santé Animale, Nantes, France ;

³LUNAM Université, Oniris, Nantes, France ;

⁴Réseau SAGIR, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Le Perray en Yvelines, France ;

⁵Anses, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, Unité Pathologie des Animaux Sauvages, Malzéville, France ;

⁶Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regents Park, London NW1 4RY, United Kingdom.

Mots-clés : surveillance, maladie, centre de réhabilitation, faune sauvage, oiseau

Introduction

La détermination des causes de mortalité des animaux de la faune sauvage en France est réalisée depuis de nombreuses années par divers systèmes de surveillance. Alors que des systèmes sont dédiés à la surveillance de certaines maladies impliquant certaines espèces seulement (AA, 2013 ; LPO, 2013a ; RNE, 2013 ; SFEPM, 2013), d'autres sont plus généralistes comme le réseau SAGIR (ONCFS, 2013). Ce réseau de surveillance passive, ou évènementielle, repose sur la collaboration entre les Fédérations des Chasseurs, l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) et les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires. Il traite, depuis les années 1980, des maladies infectieuses ou non-infectieuses principalement des espèces gibiers chassables mais également de quelques espèces de statut protégé, d'intérêt de conservation (Berny et Gaillet, 2008). La majorité des actions de surveillance des maladies des oiseaux sauvages en France est réalisée par le réseau SAGIR.

Parallèlement, plus de 45 centres de réhabilitation de la faune sauvage, habilités par l'Etat, reçoivent chaque année des milliers d'animaux, principalement des oiseaux, d'espèces de faune sauvage autochtone, blessés ou malades (LPO, 2013b ; UFCS, 2013). Fonctionnant grâce aux soutiens financiers d'associations de protection de la nature, de fondations, de collectivités territoriales et/ou de donateurs privés, l'objectif de ces centres est le relâcher dans le milieu naturel des animaux admis, après réhabilitation et recouvrement de leur autonomie. Jusqu'à présent, les données sanitaires collectées concernant les causes d'admission et/ou de mort de ces animaux n'ont pas été exploitées dans un cadre de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage.

L'objectif de notre étude était d'évaluer le potentiel de contribution des centres de réhabilitation de la faune sauvage (CRFS) français à la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages, en complément du réseau SAGIR. Pour ce faire, nous avons utilisé, comme exemple, des données sanitaires de passereaux des familles Fringillidae et Passeridae. En effet, des évènements sanitaires particuliers ont été rapportés dans ces deux familles ces dernières années (Hartup *et al.*, 2001 ; Lawson *et al.*, 2010 ; Lawson *et al.*, 2012) et des données françaises les concernant étaient disponibles au sein du réseau SAGIR et des CRFS. Nous avons, tout d'abord, comparé les caractéristiques démographiques des oiseaux soumis au réseau SAGIR et des oiseaux admis, vivants ou morts, au Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE) de l'Ecole

Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique (Oniris), comme exemple de CRFS français. Nous avons ensuite comparé les démarches diagnostiques de SAGIR et du CVFSE avant de nous intéresser aux causes respectives d'admission de Fringillidae et/ou de Passeridae vivants ou morts. Ces analyses nous ont alors permis de mettre en évidence la complémentarité des deux systèmes pour la surveillance des maladies de ces familles de passereaux en France et nous avons ensuite proposé des moyens d'amélioration des capacités de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage des CRFS français.

Matériel et méthode

Recueil des données

Les données démographiques et sanitaires concernant de passereaux des familles Fringillidae et Passeridae soumis au réseau SAGIR ou admis au CVFSE entre le 1^{er} Janvier 2004 et le 30 Avril 2013 ont été exploitées. La zone d'étude comprenait la totalité du territoire métropolitain mais une analyse particulière a été réalisée pour le Nord-Ouest de la France (régions Bretagne et Pays de la Loire) où le réseau SAGIR et le CVFSE étaient tous les deux actifs. Les données du réseau SAGIR correspondaient à des oiseaux collectés par les interlocuteurs techniques départements du réseau lors d'évènements de mortalité groupée en milieu naturel rural. Les cadavres étaient ensuite acheminés, avec commémoratifs, aux laboratoires vétérinaires partenaires pour autopsie, analyses complémentaires et établissement du diagnostic final. Les données du CVFSE correspondaient à des oiseaux admis vivants ou trouvés morts ou mourants dans le milieu naturel principalement urbain ou suburbain. Les oiseaux étaient collectés par le public ou des agents de l'ONCFS et confiés au centre pour prise en charge médicale ou détermination de la cause de mort.

Validation et analyse des données

Afin de pouvoir comparer les données issues des deux systèmes, nous avons analysé rétrospectivement chaque cas et nous nous sommes assuré que le diagnostic final avait été établi à l'aide des mêmes critères. Nous avons ainsi défini différentes catégories, infectieuses ou non-infectieuses, de causes de mort ou d'admission d'oiseaux vivants. Pour les causes infectieuses, nous avons utilisé les définitions apparaissant dans des publications relatives à des évènements sanitaires impliquant des Fringillidae et des Passeridae européens (Refsum *et al.*, 2003, Lawson *et al.*, 2010 (salmonellose) ; Robinson *et al.*, 2010 (trichomonose)). Afin de comparer et de mettre en évidence les différences entre les données du réseau SAGIR et du CVFSE, nous avons alors déterminé les caractéristiques démographiques des espèces admises par chacun des deux systèmes ainsi que la provenance des oiseaux et leurs dates d'admission. Les démarches diagnostiques utilisées ont ensuite été synthétisées et les causes d'admission déterminées pour chaque système.

Résultats

Caractéristiques des oiseaux admis

Le nombre total de Fringillidae et de Passeridae examinés par le réseau SAGIR sur l'ensemble du territoire métropolitain (n = 596) représentait plus du double du nombre d'oiseaux admis au CVFSE (n = 273). En revanche, près de 90 % des oiseaux collectés dans le Nord-Ouest de la France l'ont été par le CVFSE. Seul 6 % des oiseaux du réseau SAGIR provenaient du Nord-Ouest de la France, zone de collecte unique du CVFSE. Quatre-vingt-six pour cent des oiseaux admis chez ce dernier provenaient du département Loire-Atlantique (44) où le CVFSE est situé, alors que ce département n'était pas représenté dans les données du réseau SAGIR. Soixante-deux pour cent (367/596) des oiseaux du

réseau SAGIR ont été pris en charge en 2006 alors que les oiseaux étaient régulièrement admis au CVFSE (moyenne de 29 oiseaux par an).

Démarches diagnostiques utilisées

Seuls des cadavres de Fringillidae et de Passeridae ont été confiés aux laboratoires du réseau SAGIR. Près de 90 % des cadavres exploitables ont été autopsiés et des analyses complémentaires ont été pratiquées chez 72 % d'entre eux (principalement bactériologie, virologie Influenza aviaire, et/ou toxicologie). Cinquante-sept pour cent des oiseaux admis au CVFSE étaient vivants et un examen clinique à l'admission était la démarche diagnostique principale (99 % des cas). Seuls 6 % des oiseaux admis morts au CVFSE ont été autopsiés et une seule analyse complémentaire réalisée (PCR *Trichomonas gallinae* chez un verdier d'Europe). Pour les autres cadavres, le diagnostic final a été établi par examen externe.

Causes de soumission des Fringillidae et/ou des Passeridae

Causes de soumission des oiseaux au réseau SAGIR

Les causes infectieuses représentaient tout d'abord 17 % des diagnostics établis par le réseau SAGIR (Tableau 1). La salmonellose et la trichomonose des Fringillidae étaient les deux maladies infectieuses les plus fréquemment diagnostiquées (respectivement chez 78 et 20 % des oiseaux). Alors que les cas de salmonellose étaient principalement rapportés en 2006 dans le Sud-Est de la France, les cas de trichomonose étaient localisés dans la moitié nord de la France entre 2010 et 2012 (Figure 1). Les causes non-infectieuses représentaient ensuite 23 % des diagnostics. Les intoxications (75 % des oiseaux) et les traumatismes contondants (principalement diagnostiqués en 2006) en étaient les deux causes. Enfin, le diagnostic étiologique n'a pu être établi chez 60 % des cadavres soumis aux laboratoires du réseau SAGIR mais des lésions furent observées chez près de 50 % (112/230) des oiseaux autopsiés.

Causes de soumission des oiseaux au CVFSE

Les causes non-infectieuses représentaient respectivement 78 et 97 % des diagnostics établis chez les cadavres et les oiseaux admis vivants (Tableau 1). Les oiseaux étaient alors suspectés orphelins dans plus de la moitié des cas ; les traumatismes contondants (27 %), les actes de prédation suspectée (22 %) et les morsures de tiques représentant les autres causes diagnostiquées. La trichomonose des Fringillidae fut ensuite la seule maladie infectieuse diagnostiquée chez un verdier d'Europe (*Chloris chloris*) admis mort (Tableau 1) et provenant du département 44 au printemps 2011 (Figure 1). Enfin, le diagnostic étiologique n'a pu être établi chez respectivement 21 et 3 % des cadavres et des oiseaux admis vivants au CVFSE. Des lésions macroscopiques furent observées chez 6 oiseaux autopsiés.

Discussion

A travers cette étude exploitant des données sanitaires de Fringillidae et de Passeridae, nous avons montré que le CVFSE était complémentaire au réseau SAGIR en termes de nombres et d'espèces d'oiseaux reçus, de lieu et de date de collecte ainsi que de maladies diagnostiquées. En effet, bien que les oiseaux admis au CVFSE ne provenaient que d'une zone géographique limitée, les données supplémentaires acquises par rapport à celle du réseau SAGIR nous ont permis de recenser de nombreuses maladies infectieuses et non-infectieuses de ces familles de passereaux. Admettant de manière constante des oiseaux d'une année sur l'autre, le CVFSE permet la surveillance de maladies endémiques ainsi que la détection d'affections émergentes (ex. : Trichomonose des Fringillidae en 2011) en cas d'afflux d'oiseaux anormalement élevé. De son côté, le réseau SAGIR dispose d'une

capacité de collecte sur le terrain importante, mobilisable en cas d'évènements sanitaires particuliers comme lors de la survenue du foyer d'Influenza aviaire hautement pathogène dans la Dombes en 2006 (Hars *et al.*, 2008). Du fait des objectifs différents des deux systèmes (réseau SAGIR de surveillance épidémiologique événementielle des maladies de la faune sauvage et CVFSE, centre de réhabilitation), des maladies particulières ont été diagnostiquées par l'un ou l'autre des deux systèmes montrant leur complémentarité dans la détermination des causes de mortalité ou de morbidité des Fringillidae et des Passeridae en France.

Tableau 1 Diagnostics établis chez les Fringillidae et les Passeridae soumis au réseau SAGIR et au CVFSE entre Janvier 2004 et Avril 2013

Nombre d'incidents entre parenthèses.

Un incident comprend un ou plusieurs oiseaux collectés au même endroit (municipalité) et au même moment.

	Nombre d'oiseaux			
	<i>Nord-Ouest de la France</i> (9 départements)			<i>54 autres départements</i> <i>français</i>
	<i>SAGIR</i>	<i>CVFSE</i>		<i>SAGIR</i>
	<i>cadavres</i>	<i>cadavres</i> <i>n=117</i>	<i>oiseaux vivants</i> <i>n=156</i>	<i>cadavres</i>
<i>Causes infectieuses</i>				
Salmonellose				
confirmée	8 (2)	0	0	48 (22)
suspectée	0	0	0	23 (10)
Trichomonose				
confirmée	0	1 (1)	0	3 (2)
suspectée	1 (1)	0	0	16 (5)
Autres causes infectieuses confirmées	0	0	0	2 (2)
<i>Causes non-infectieuses</i>				
Intoxication				
confirmée	0	0	0	60 (3)
suspectée	0	0	0	44 (6)
Trauma contondant	1(1)	22 (22)	43 (43)	33 (22)
Prédation suspectée	0	21 (21)	32 (32)	0
Orphelin suspecté	0	48 (40)	75 (57)	0
Morsure de tiques	0	0	2 (2)	0
<i>Cause indéterminée</i>				
Absence de lésions	15 (6)	20 (15)	3 (3)	230 (85)
Lésions observées	9 (4)	5 (2)	1 (1)	103 (46)
Total	34	273		562

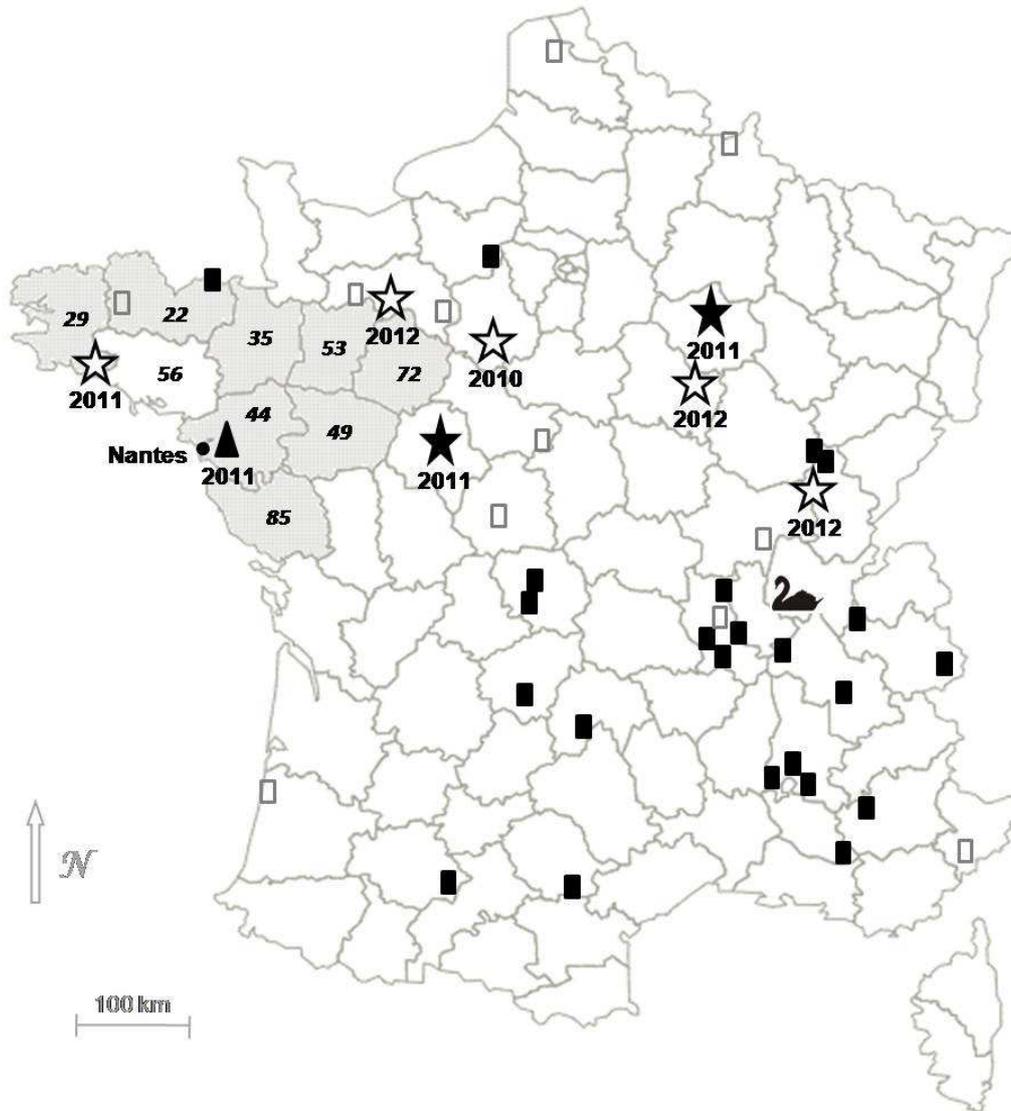


Figure 1 Localisation géographique en France des incidents de salmonellose et de trichomonose chez les Fringillidae et/ou les Passeridae soumis au réseau SAGIR ou au CVFSE entre Janvier 2004 et Avril 2013

- Rectangle noir : Incidents de salmonellose (confirmé ou suspecté) diagnostiqués par SAGIR en 2006
- Rectangle évidé : Incidents de salmonellose (confirmé ou suspecté) diagnostiqués par SAGIR les autres années
- Etoile noire : Incidents de trichomonose confirmée diagnostiqués par SAGIR (année sous le symbole)
- Etoile évidée : Incidents de trichomonose suspectée diagnostiqués par SAGIR (année sous le symbole)
- Triangle noire : Incidents de trichomonose confirmée diagnostiqués par le CVFSE (année sous le symbole)
- Silhouette noire de cygne : localisation du foyer français d'Influenza aviaire hautement pathogène en 2006 (Hars *et al.* 2008)
- Zones colorées en gris clair : départements de collecte des oiseaux admis au CVFSE
- Numéros en italique : numéros officiels de chaque département du Nord-Ouest de la France

Afin de pouvoir participer de manière optimale à la surveillance des maladies des oiseaux sauvages en France, le CVFSE, au même titre que les autres CRFS, nécessite cependant d'améliorer ses capacités diagnostiques. En effet, alors que des autopsies et des analyses complémentaires sont pratiquées de manière régulière par les laboratoires du réseau SAGIR, l'examen clinique d'animaux vivants et l'examen externe de cadavres sont les démarches diagnostiques principalement utilisées au CVFSE. L'établissement de protocoles standardisés d'autopsie, d'analyses de laboratoire, de définitions de cas ainsi que le partage de données entre CRFS et avec le réseau SAGIR permettraient probablement de mener une surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages optimale en France, ainsi que de nombreuses autres espèces animales. En effet, chaque année, des milliers d'animaux de centaines d'espèces, dont de nombreux mammifères, sont admis chaque année dans les CRFS français (UFCS 2011, données non publiées).

Du fait de leur mode de collecte, les CRFS représentent également une source économique d'informations et d'échantillons biologiques de qualité. En effet, disposant d'animaux vivants ou de cadavres en bon état de conservation, les CRFS peuvent facilement les mettre à disposition de programmes de surveillance, sous réserve de respecter la réglementation concernant l'utilisation à des fins scientifiques de spécimens de faune sauvage, sans que cela nécessite des coûts d'acquisition supplémentaires. De plus, l'admission d'animaux vivants présentant des signes cliniques, non détectables sur des cadavres, apporte des informations supplémentaires pour l'établissement du diagnostic étiologique. Enfin, comme le grand public en France a de plus en plus connaissance de l'existence des CRFS, ils pourraient également être intégrés à un réseau national de collecte de témoignages d'animaux sauvages malades ou morts selon une approche similaire d'épidémiologie participative à celle développée ces dernières années en Grande Bretagne (Cunningham *et al.*, 2005 ; Cunningham *et al.*, 2014).

Comme il est intrinsèquement plus difficile de surveiller les maladies de la faune sauvage que celles des animaux domestiques, l'opportunité de collecter facilement mais méthodiquement des données concernant l'état de santé de la faune sauvage doit être prise (Mörner *et al.*, 2002). Dans ce contexte et comme d'autres auteurs l'ont précédemment décrit (Sleeman et Clark, 2003 ; Stitt *et al.*, 2007 ; Duncan *et al.*, 2008 ; Trocini *et al.*, 2008 ; Cox-Witton *et al.*, 2014), les CRFS peuvent largement contribuer aux programmes de surveillance événementielle ou programmée. L'ensemble des CRFS européens pourraient alors apporter du matériel biologique supplémentaire aux 18000 animaux sauvages examinés chaque année en Europe dans le cadre de programmes de surveillance événementielle (Kuiken *et al.*, 2011). La contribution des CRFS à ces programmes devrait donc être à considérer dans l'avenir mais le manque de moyens financiers qui leur sont actuellement attribués limite leurs capacités diagnostiques. Les intégrer à des programmes scientifiques nationaux ou internationaux permettrait de contourner cette difficulté et d'exploiter judicieusement ces sources de données facilement accessibles.

Références

- AA (2013) Alerte amphibien. <http://www.alerteamphibien.fr/> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- Berny P, Gaillet J-R (2008) Acute poisoning of red kites (*Milvus milvus*) in France: data from the SAGIR network. *J Wildl Dis* 44:417-426.
- Cox-Witton K, Reiss A, Woods R, Grillo V, Baker RT, Blyde DJ et al (2014) Emerging infectious diseases in free-ranging wildlife - Australian zoo based wildlife hospitals contribute to national surveillance. *PLoS ONE* 9(5):e95127. doi:10.1371/journal.pone.0095127.
- Cunningham AA, Lawson B, Bennett M, Chantrey J, Kirkwood JK, Pennycott TW et al (2005) Garden bird health. *Vet Rec* 156:656.
- Cunningham AA, Lawson B, Hopkins T, Toms M, Wormald K, Peck K (2014) Monitoring diseases in garden wildlife. *Vet Rec* 174:126. doi:10.1136/vr.g1295.
- Duncan C, Backus L, Lynn T, Powers B, Salman M (2008) Passive, opportunistic wildlife disease surveillance in the Rocky Mountain Region, USA. *Transbound Emerg Dis* 55:308-314. doi:10.1111/j.1865-1682.2008.01039.x.
- ELIZ (2013) Entente de lutte interdépartementale contre les zoonoses. http://www.e-l-i-z.com/home/?page_id=14 Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- Hartup BK, Dhondt AA, Sydenstricker KV, Hochachka WM, Kollias GV (2001) Host range and dynamics of mycoplasma conjunctivitis among birds in North America. *J Wildl Dis* 37:72-81.
- Hars J, Ruelle S, Benmergui M, Fouque C, Fournier J-Y, Legouge A et al (2008) The epidemiology of the highly pathogenic H5N1 avian influenza in mute swans (*Cygnus olor*) and other Anatidae in the Dombes region (France), 2006. *J Wildl Dis* 44:811-823.
- Kuiken T, Ryser-Degiorgis M-P, Gavier-Widén D, Gortazar C (2011) Establishing a European network for wildlife health surveillance. *Rev Sci Tech OIE* 30:755-761.
- Lawson B, Howard T, Kirkwood JK, Macgregor SK, Perkins M, Robinson RA et al (2010) The epidemiology of salmonellosis in garden birds in England and Wales, 1993 to 2003. *EcoHealth* 7(3):294-306. doi:10.1007/s10393-010-0349-3.
- Lawson B, Robinson RA, Colvile KM, Peck KM, Chantrey J, Pennycott TW (2012) The emergence and spread of finch trichomonosis in the British Isles. *Philos T Roy Soc B* 367:2852-2863.
- LPO (2013a) LPO Mission Rapaces. <http://rapaces.lpo.fr/> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- LPO (2013b) Centres de sauvegarde LPO. <http://www.lpo.fr/oiseaux-en-detresse/centres-de-sauvegarde> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- Mörner T, Obendorf DL, Artois M, Woodford MH (2002) Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Rev Sci Tech OIE* 21:67-76.
- ONCFS (2013) Problématiques d'étude et recherches de l'équipe : Unité Sanitaire de la Faune. <http://www.oncfs.gouv.fr/Unite-sanitaire-de-la-faune-ru469/Unite-sanitaire-de-la-faune-ar1018> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- Refsum T, Vikoren T, Handeland K, Kapperud G, Holstad G (2003) Epidemiologic and pathologic aspects of *Salmonella Typhimurium* infection in passerine birds in Norway. *J Wildl Dis* 39:64-72.
- RNE (2013) Réseau national d'échouage. <http://crrm.univ-lr.fr/index.php/fr/echouages/reseau-national-echouages> Pages consultées le 30 Septembre 2013
- Robinson RA, Lawson B, Toms MP, Peck KM, Kirkwood JK et al (2010) Emerging infectious disease leads to rapid population declines of common British birds. *PLoS ONE* 5(8):e12215. doi:10.1371/journal.pone.0012215.
- Sleeman JM, Clark EE (2003) Clinical wildlife medicine: a new paradigm for a new century. *J Avian Med Surg* 17:33-37.

- SFPEM (2013) Les objectifs de l'association. <http://www.sfepm.org/association.htm#objectifs> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- Stitt T, Mountfield J, Stephen C (2007) Opportunities and obstacles to collecting wildlife disease data for public health purposes: results of a pilot study on Vancouver Island, British Columbia. *Can Vet J* 48:83-90.
- Trocini S, Pacioni C, Warren K, Butcher J, Robertson I (2008) Wildlife disease passive surveillance: the potential role of wildlife rehabilitation centres. Native Animal Rescue Group NSW. <http://www.narg.asn.au/content/wildlife-surveillance> Pages consultées le 30 Septembre 2013.
- UFCS (2013) Union française des centres de sauvegarde de la faune sauvage. <http://uncs.chez.com/> Pages consultées le 30 Septembre 2013.

The potential capacity of French wildlife rescue centres for wild bird disease surveillance

P. Gourlay · A. Decors · M. Moinet · O. Lambert ·
B. Lawson · F. Beaudeau · S. Assié

Received: 17 December 2013 / Revised: 19 August 2014 / Accepted: 27 August 2014 / Published online: 6 September 2014
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Abstract Multiple schemes for wildlife disease surveillance have been in operation in France for decades and data on wild bird carcasses presented to the national SAGIR network have been recorded since the 1980s. Over the same period, wildlife rescue centres (WRCs) have admitted thousands of birds each year. However, the reasons for casualty submission have been poorly explored to date. To assess the potential capacity of WRCs to monitor infectious and non-infectious diseases of wild birds in addition to SAGIR, we used Fringillidae and Passeridae data from January 2004 to April 2013 from SAGIR

and the WRC of Nantes (CVFSE/Oniris) which is in operation in North-West France. Firstly, the *Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire* (CVFSE) contributed more than 30 % of all the birds submitted and was complementary to the SAGIR network in terms of species, age of the birds collected, location and date found. Secondly, the CVFSE was able to detect the emergent finch trichomonosis, in addition to the SAGIR network. Some causes of passerine submission were detected by one or other of the two schemes leading to their complementarity in over-viewing Fringillidae and Passeridae infectious and non-infectious diseases in France. In order to improve the efficiency of its wild bird disease monitoring and to participate in an effective national and/or European surveillance network, the CVFSE, as for other WRCs, must enhance its diagnostic capabilities, in particular post-mortem examinations and laboratory testing.

Communicated by C. Gortázar

Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s10344-014-0853-9) contains supplementary material, which is available to authorized users.

P. Gourlay · O. Lambert
Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire, Oniris, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique, CS 40706, 44307 Nantes, France

P. Gourlay · F. Beaudeau · S. Assié
INRA, UMR1300 Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale, CS 40706, 44307 Nantes, France

P. Gourlay (✉) · F. Beaudeau · S. Assié
LUNAM Université, Oniris, Nantes, France
e-mail: philippe.gourlay@oniris-nantes.fr

A. Decors
Réseau SAGIR, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Le Perray en Yvelines, France

M. Moinet
Anses, Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy, Unité Pathologie des Animaux Sauvages, Malzéville, France

B. Lawson
Institute of Zoology, Zoological Society of London, Regents Park, London NW1 4RY, UK

Keywords Surveillance · Disease · Wildlife rescue centre · Bird · Fringillidae · Passeridae

Introduction

In human and livestock health, numerous disease surveillance schemes, coordinated by the World Health Organisation (WHO) and the World Organisation for Animal Health (OIE) respectively, have been in operation for decades in order to identify pathogen emergence and investigate disease spread and impact. Regarding wildlife, several disease surveillance schemes or networks are also in operation for example in Europe (Kuiken et al. 2011), North America (CCWHC 2013; Green et al. 2013) and Australia (AWHN 2013). These various schemes aim to determine where pathogens in wildlife populations have public or livestock health implications but also where infectious or non-infectious diseases have

implications for biodiversity or conservation and where animal welfare is compromised by disease, particularly with anthropogenic causation. Whether these schemes are statutory or not, species focused or generalist, their capabilities and therefore their ability to detect and investigate wildlife mortality incidents depend on the funding resources available from governments and non-governmental organisations (Sainsbury et al. 2001; Mörner et al. 2002; Kuiken et al. 2011).

Disease investigation of wildlife mortality events in France has been conducted by several surveillance schemes for many years. Some schemes focus on particular species (AA 2013; LPO 2013a; RNE 2013; SFPEM 2013) or diseases (ELIZ 2013) whilst others are more generalist, such as the national SAGIR (Surveiller pour AGIR) network (ONCFS 2013). The majority of wild bird disease surveillance in France is undertaken by SAGIR that has recorded case details in a national database since 1986. This network focuses on outbreak investigation and performs general, opportunistic surveillance for a range of infectious and non-infectious diseases through pathological examination of animals found dead or moribund from multiple mortality incidents. SAGIR relies on collaboration between the Federations of Hunters (FC) and the National Hunting and Wildlife Agency (ONCFS). Local administrative authorities (known as departments) provide funding also to support post-mortem examinations (PMEs) and additional diagnostic tests conducted by SAGIR (ONCFS 2013). Game species are the primary focus of the SAGIR network; therefore, the investigations are chiefly located in rural habitats. In addition, protected wildlife species of conservation concern are submitted for disease investigation from mortality incidents (e.g. poisoned red kites (*Milvus milvus*) reported by Berny and Gaillet (2008)).

Concurrently, licenced wildlife rescue centres (WRCs) have taken care of injured or diseased wild animals in France for decades with the aim of releasing them into the wild. Nevertheless, their wildlife disease surveillance capabilities remain scarcely developed and poorly explored. At present, more than forty-five WRCs operate in France, distributed throughout the country (LPO 2013b; UFCS 2013). All centres rely on financial contributions from environmental protection associations, charitable foundations, regional or local (departments, cities) administrative authorities and/or private donors. Since resources are limited, the majority of admissions are protected species. Whilst wild mammals, reptiles and amphibians are presented to these centres, wild birds constitute the majority of admissions (Lambert 2013). Animals are submitted to centres mainly by the public and also by environmental officers or private veterinary practitioners. The majority of individual animal admissions come from urban or suburban areas, but large-scale incidents leading to multiple admissions can occur as a result of ecological disasters (e.g. oil pollution) or disease outbreaks (e.g. botulism) from all habitat types. Whilst thousands of birds from over a hundred species are

admitted each year to these centres, the data obtained on the reasons for admission and causes of mortality have not yet been evaluated in terms of their potential contribution to wildlife disease surveillance.

The Fringillidae and Passeridae families of bird species were included in this study since mortality due to infectious diseases has been reported in these families in recent years and they were submitted to both the SAGIR network and French WRCs. Indeed, a variety of infectious diseases have been diagnosed as causes of Fringillidae and/or Passeridae multiple mortality incidents in Great Britain, continental Europe and North America. Salmonellosis, *Escherichia albertii* infection and mycoplasmosis are three frequently reported bacterial diseases affecting passerine species. Passerine salmonellosis, caused by particular phage types of *Salmonella* Typhimurium, is a highly seasonal disease, occurring predominantly during the cold winter months and causing focal granulomatous lesions, most frequently in the liver, spleen, or upper alimentary tract (Refsum et al. 2003; Hall and Saito 2008; Lawson et al. 2010; Pennycott et al. 2010; Giovannini et al. 2013). *E. albertii* infection (Oaks et al. 2010) has been reported in Scotland predominantly in spring and can lead to fatal enteritis predominantly in Fringillidae (Foster et al. 1998; Pennycott et al. 1998). Epidemic conjunctivitis associated with mass mortality, caused by infection with *Mycoplasma gallisepticum*, has been reported in passerines of North America since 1994 and led to a significant decline of the house finch (*Carpodacus mexicanus*) population (Hochachka and Dhondt 2000; Hartup et al. 2001). Finch trichomonosis, a parasitic disease caused by the protozoan flagellate *Trichomonas gallinae*, occurs most frequently during the late spring to autumn months and has resulted in epidemic mortality associated with necrotic ingluvitis (Lawson et al. 2012). Finch trichomonosis emerged in 2005 in Great Britain and has subsequently spread into Fennoscandia and continental Europe (Peters et al. 2009; Neimanis et al. 2010; Lawson et al. 2011; Zdravec et al. 2012; Ganas et al. 2013). Finch trichomonosis has also been reported in North America (Forzan et al. 2010). Non-infectious diseases such as blunt trauma (e.g. window collision, road traffic accident), predation, starvation and metabolic bone disease have also been reported as causes of death of Fringillidae and/or Passeridae from Europe and North America (Jennings 1961; Pennycott et al. 1998; Stenkat et al. 2013). Suspected poisoning by insecticides (dieldrin and related compounds) in Fringillidae and Passeridae was reported by Jennings (1961) in 19 British wild birds. Finally, “presumed orphan” has been reported as a common reason for live casualty admission of these species to WRCs (Burton and Doblar 2004). To our knowledge, there has been no published review of the infectious and non-infectious diseases affecting species within the families Fringillidae and Passeridae in France to date.

The purpose of this study was to assess the potential capacity of WRCs in France to monitor wild bird infectious and non-infectious diseases, as a complement to the SAGIR network, by using Fringillidae and Passeridae disease data as an example. To this end, we first compared the demographics of passerines examined by SAGIR with those admitted as live casualties or submitted as carcasses to the Pays de la Loire Regional Wildlife and Ecosystem Veterinary Centre (Fr. *Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Écosystèmes des Pays de la Loire* (CVFSE)), WRC of the National College of Veterinary Medicine, Food Science and Engineering Nantes-Atlantic (Oniris). Second, we compared the diagnostic procedures performed by SAGIR and the CVFSE. Third, we compared the reasons for Fringillidae and/or Passeridae casualty admission and/or carcass submission diagnosed by each scheme. Finally, we reviewed the complementarity of the two schemes in monitoring Fringillidae and/or Passeridae infectious and non-infectious diseases in France before proposing ways to improve the wildlife disease surveillance capability of French WRCs.

Materials and methods

Data collection

Details were collated of all wild passerines in the family Fringillidae and Passeridae that were submitted to the SAGIR network and to the CVFSE over the period 1st January 2004 to 30th April 2013 inclusive. This study period was selected since both schemes had electronic data available. Our study area comprised all of mainland France with a focus on the Pays de la Loire Region and Bretagne Region in North-West France where the CVFSE and the SAGIR network were both in operation.

Data from the SAGIR network comprised details of birds found dead or moribund in the wild (that subsequently died or were euthanased for welfare reasons). Fringillidae and Passeridae carcasses were collected by agents of the departmental FC or by ONCFS environmental officers from incidents of multiple mortality. Available history was recorded in the field for each incident, including the epidemiological, agricultural and ecological circumstances and details of observed pre-mortem clinical signs. Fresh, chilled or frozen carcasses were submitted to SAGIR collaborating local veterinary diagnostic laboratories for a PME according to a standardised protocol. Where multiple mortality incidents precluded full PME on all carcasses within a short period, external examination was conducted as a minimum on all remaining carcasses. Age and sex (for species with sexually dimorphic plumage) were recorded at submission to the laboratory. Each bird was classified either as hatchling (bird with down, unable to fly), fledgling (bird capable of flight with

flight feathers not yet fully emerged) or adult (independent bird with mature plumage). At PME, the body weight and the qualitative body condition were determined and each organ was checked for gross lesions. Sex was assigned on the basis of gonadal inspection. Additional diagnostic tests including microbiology, parasitology, virology to screen for avian influenza (AI) virus as described in Hars et al. (2008), toxicology and/or histopathology were performed depending on PME findings and/or incident history. The ultimate diagnosis or cause of death category was determined on the basis of PME and diagnostic test findings and the available incident history.

Data from the CVFSE comprised live casualties (suspected sick or injured and taken into care for welfare reasons) and those found dead or moribund in the wild (as above). Fringillidae and Passeridae casualties or carcasses were collected by the public, members of environmental protection associations or environmental officers and admitted to the CVFSE for appropriate clinical care or submitted for disease investigation, respectively. Information regarding the location, date, species and any relevant details about the incident history were collected at the time of admission by the CVFSE staff. Age, sex and body weight were also recorded at this stage. After admission, a clinical examination was performed on casualty birds by a veterinarian and any observed clinical signs were recorded. PME, or at least an external examination, was conducted, following a standardised protocol, on submitted carcasses and on birds that died or were euthanased in care. At PME, the body condition was determined and, as above, each organ was checked for gross lesions. Additional diagnostic tests including microbiology, parasitology and/or histopathology were performed in specialist laboratories depending on PME findings. As above, the diagnosis or cause of death category for birds was determined on the basis of PME or external carcass examination findings, diagnostic tests and the available incident history. The reasons for casualty admissions were determined on the basis of clinical signs and the incident history.

Data validation

After data collation, in order to robustly compare the findings from the two schemes, we undertook a retrospective review of each case to ensure that the final diagnoses were determined using standardised criteria. We defined several categories for cause of death and reasons for live casualty admission, with criteria for infectious diseases informed by research findings in European Fringillidae and Passeridae. Detailed case definitions of infectious and non-infectious diseases are available in Online resource 1. When a diagnosis could not be reached, we distinguished unknown diagnosis with observed clinical signs or PME lesions from unknown diagnosis with no observed lesion or abnormality.

Data analyses

In order to compare and contrast CVFSE Fringillidae and Passeridae data with SAGIR data, we reviewed the species, date and location found for both schemes independently. The diagnostic procedures used to establish case diagnoses were also summarised before reviewing the causes for submission.

Results

Description of birds

Whilst the total number of Fringillidae or Passeridae birds examined by the SAGIR network ($n=596$) in France was more than twice that for the CVFSE ($n=273$), 89 % of birds from North-West France were admitted to the latter organisation (Online resource 2). Fringillidae accounted for 73 and 52 % of the SAGIR (ten species) and CVFSE (six species) birds, respectively. Passeridae (house sparrow (*Passer domesticus*) species only) comprised 27 % of the SAGIR birds and 48 % of the CVFSE birds.

SAGIR birds were collected from 61 % (59/96) of the French departments from all over mainland France with 6 % from North-West France. CVFSE birds were collected from North-West France only and predominantly from the department (86 %, 235/273) where the CVFSE is located (Loire-Atlantique 44). This department was not represented in the SAGIR dataset. Sixty-two percent (367/596) of SAGIR birds were submitted in 2006. In other years within the study period, a mean of 26 birds (median 27, range 2–69) per year was collected. In contrast, the CVFSE had a mean of 29 birds (median 30, range 14–56) birds admitted each year.

For 66 % of the SAGIR birds, age was not identified or not recorded whilst this information was recorded for all birds in the CVFSE dataset (Online resource 2). Sex was not identified or not recorded for more than 75 % of both the SAGIR and the CVFSE birds.

Diagnostic procedures performed

All Fringillidae and Passeridae were submitted dead as carcasses for examination to the SAGIR laboratories whilst this was the case for 43 % of the birds admitted to the CVFSE (Online resource 3).

For SAGIR, 91 % (543/596) of Fringillidae or Passeridae carcasses were in a state of carcass preservation sufficient to permit meaningful examination (i.e. usable carcasses): 86 % of the performed diagnostic procedures were PME with additional tests conducted in 72 % of these birds. Bacteriology, virology to screen for AI virus and toxicology were the three most frequent additional tests performed.

Seventy percent (88/127) of the birds that were not examined post-mortem were submitted in 2006. In these birds, an external carcass examination was performed in 60 % (53/88), with AI virus testing from cloacal swabs in 75 % (40/53).

External carcass examination was the most frequent diagnostic procedure performed (94 %) in CVFSE Fringillidae or Passeridae usable carcasses (100 %, 117/117). Six percent of the birds were examined post-mortem, with additional tests conducted in a single case only (PCR to detect *T. gallinae*). A clinical examination was the most frequently performed (99 %) diagnostic procedure in live casualties admitted to the CVFSE.

Causes of Fringillidae and/or Passeridae submission

Causes of SAGIR carcass submission

Infectious diseases represented 17 % of the SAGIR diagnoses (Table 1). Salmonellosis was the most frequently diagnosed infectious disease (78 % of the diagnoses, 76 % of the incidents). Salmonellosis incidents were reported mainly in South-East France in 2006 (Fig. 1). Finch trichomonosis was the second most frequently diagnosed infectious disease (20 % of the diagnoses, 18 % of the incidents). All cases involved greenfinches (*Chloris chloris*) in the northern half of France from 2010 to 2012 inclusive (Fig. 1). Yersiniosis and avian tuberculosis were the two other infectious diseases diagnosed in SAGIR carcasses. Non-infectious diseases represented 23 % of the SAGIR diagnoses (Table 1). Poisoning by carbofuran, brodifacoum or alphachloralose was the most frequently diagnosed non-infectious disease (75 % of the diagnoses, 28 % of the incidents) but no cases were reported in North-West France. Blunt trauma was diagnosed as the second most frequent non-infectious disease (Table 1) and these incidents occurred all over France, mostly in early 2006. The aetiologic diagnosis could not be determined in 60 % of the submitted carcasses to the SAGIR laboratories (Table 1). Whilst no lesions were observed in 69 % of the carcasses, for 48 % (112/230) of the carcasses examined post-mortem, gross lesions or other abnormalities of unknown aetiology were observed (Table 1). Sixty-eight percent (243/357) of the carcasses were submitted in 2006. Additional information is available in Online resource 1.

Causes of CVFSE bird submission

Fringillidae and Passeridae were submitted to the CVFSE as carcasses or live casualties in 43 and 57 % of cases, respectively. Finch trichomonosis was the only diagnosed infectious disease in one greenfinch carcass (Table 1) in the department 44 in spring 2011 (Fig. 1). Non-infectious diseases represented 78 and 97 % of the CVFSE diagnoses on carcasses and live casualties, respectively (Table 1). Suspected orphan was the

Table 1 SAGIR and CVFSE diagnoses in Fringillidae and Passeridae from January 2004 to April 2013 inclusive

	Number of birds			
	North-West France (9 departments)			Other 54 French departments SAGIR
	SAGIR	CVFSE		
	Carcasses	Carcasses n=117	Live casualties n=156	Carcasses
Infectious diseases				
Salmonellosis				
Confirmed	8 (2)	0	0	48 (22)
Suspected	0	0	0	23 (10)
Trichomonosis				
Confirmed	0	1 (1)	0	3 (2)
Suspected	1 (1)	0	0	16 (5)
Other confirmed infectious diseases	0	0	0	2 (2)
Non-infectious diseases				
Poisoning				
Confirmed	0	0	0	60 (3)
Suspected	0	0	0	44 (6)
Blunt trauma	1 (1)	22 (22)	43 (43)	33 (22)
Predation suspected	0	21 (21)	32 (32)	0
Orphan suspected	0	48 (40)	75 (57)	0
Tick bite	0	0	2 (2)	0
Diagnosis not reached				
No lesions observed	15 (6)	20 (15)	3 (3)	230 (85)
Lesions observed	9 (4)	5 (2)	1 (1)	103 (46)
Total	34	273		562

The number of incidents is in brackets

An incident involved one or more carcasses from the same location (municipality) and period of time

most frequently (51 %) diagnosed non-infectious disease in birds submitted to the CVFSE (Table 1) followed by blunt trauma (27 %), predation suspected (22 %) and tick bite (two birds) in rank order. The final aetiologic diagnosis could not be reached in 21 and 3 % of the CVFSE diagnoses on carcasses and live casualties, respectively (Table 1). Gross lesions were observed in six birds examined post-mortem. Additional information is available in Online resource 1.

Discussion

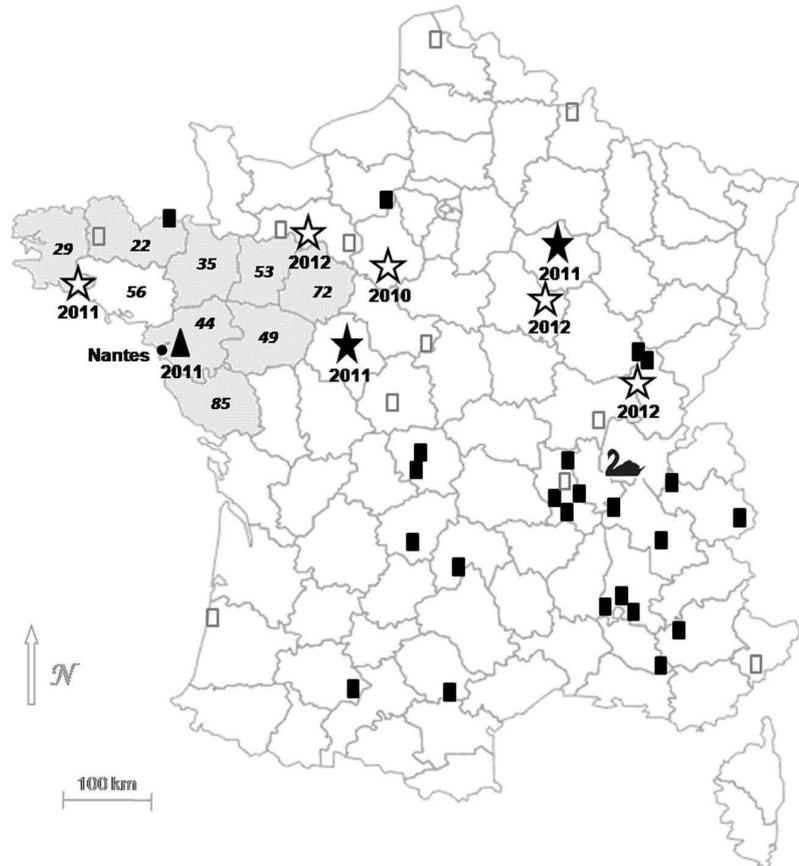
The potential of WRCs to monitor infectious and non-infectious diseases of wild birds in France, in addition to the

SAGIR network, was assessed using Fringillidae and Passeridae data from January 2004 to April 2013 inclusive.

First, we demonstrated that the CVFSE is complementary to the SAGIR national network in terms of the number and species of birds, their age, location and date found. In our study, CVFSE birds represented 31 % of the case data and in North-West France, 89 % of all SAGIR and CVFSE data were recorded by the latter scheme. Whilst the CVFSE samples were geographically restricted to a small region of France, the centre provided numerous additional data to SAGIR to study French Fringillidae and Passeridae diseases. As a consequence of the voluntary method of bird submission by the public to the CVFSE and the existence of additional WRCs in other departments (UFCS 2013) in this area, the CVFSE birds were mainly (86 %, 235/273) collected from one department. Similarly, the CVFSE is complementary to SAGIR in terms of the admitted species since the former typically received birds from urban/suburban habitats (e.g. house sparrow) and the latter from rural habitats (e.g. common linnet *Carduelis cannabina*) and also in terms of the age category since birds of all ages were submitted to the CVFSE whilst the majority of SAGIR birds were adults. Therefore, the CVFSE dataset offers an opportunity to review the diseases of hatchling and fledgling birds. More than 60 % of the SAGIR carcasses were submitted in 2006 whilst CVFSE birds were collected across the study period. Indeed, in the former, the outbreak-based surveillance performed by ONCFS agents was enhanced in 2006 after the emergence of highly pathogenic AI subtype H5N1 virus in France (Hars et al. 2008) and the number of carcasses collected increased that year, as in other European countries (Duff et al. 2007). Regarding the CVFSE, the number of submissions across years was relatively constant (except during 2006 when regulations were introduced that mandated temporary closure of the centre) and therefore provides a valuable opportunity to monitor endemic disease and enable robust identification of emergent conditions by comparison with the available baseline data.

Second, this qualitative review shows that the CVFSE is complementary to the SAGIR network in terms of the causes of Fringillidae and/or Passeridae submission. A range of diseases of Fringillidae and Passeridae, similar to findings from previous studies (Jennings 1961; Pennycott et al. 1998; Burton and Doblar 2004; Lawson et al. 2010; Lawson et al. 2012; Stenkat et al. 2013), were found. Salmonellosis and trichomonosis were the two most frequently diagnosed infectious diseases and reported here for the first time in Fringillidae and/or Passeridae in France; these conditions have been previously reported elsewhere in Europe (Refsum et al. 2003; Peters et al. 2009; Neimanis et al. 2010; Pennycott et al. 2010; Lawson et al. 2010; Lawson et al. 2012; Zadavec et al. 2012; Ganas et al. 2013; Giovannini et al. 2013). Both schemes first confirmed finch trichomonosis, predominantly in greenfinches, in spring 2011. No *E. albertii* infection

Fig. 1 Geographical locations of SAGIR and CVFSE incidents of salmonellosis and trichomonosis in Fringillidae and Passeridae in France from January 2004 to April 2013 inclusive. *Black squares* represent SAGIR salmonellosis incidents (confirmed or suspected) in 2006, *open squares* SAGIR salmonellosis incidents (confirmed or suspected) the other years, *black stars* SAGIR trichomonosis confirmed incidents (year under symbol), *open stars* SAGIR trichomonosis suspected incidents (year under symbol), *black triangle* CVFSE trichomonosis confirmed incidents (year under symbol), and *black swan silhouette* location of the French AI waterfowl outbreak in 2006 (Hars et al. 2008). Departments of the CVFSE birds in North-West France are highlighted in *light grey colour*. *Numbers in italic* are the official national number of each department in North-West France



incidents were diagnosed despite bacteriology being performed by SAGIR laboratories on intestinal contents from cases with suspected enteritis. No incidents of conjunctivitis affecting multiple birds, consistent with mycoplasmosis, were reported nor cases submitted. As a result of the different aims of SAGIR and the CVFSE, with the former focused on disease outbreak investigation and the latter operating as a wildlife rescue centre open for individual casualty admissions, some causes of Fringillidae and/or Passeridae submission were diagnosed by one or other of the two schemes. Thus, non-infectious diseases leading to individual bird submission as a carcass or live casualty (e.g. orphan suspected, blunt trauma, predation suspected or tick-related syndrome) were frequently diagnosed by the CVFSE and infrequently diagnosed or absent from the SAGIR dataset (except in 2006 where individual passerine carcasses were also collected by the SAGIR network in the H5N1 AI surveillance programme). Poisoning was a cause of Fringillidae and/or Passeridae submission diagnosed in SAGIR carcasses only, mostly in house sparrows from multiple mortality incidents. To our knowledge, this non-infectious disease has not been frequently reported in other countries in these wild bird species. Collectively, these findings demonstrate that SAGIR and CVFSE data in combination facilitate a broader view of the causes of Fringillidae and/

or Passeridae submission, many with anthropogenic causation, than if the two datasets were studied independently.

To become an effective part of the wild bird disease surveillance network in France, the CVFSE, as for other WRCs, needs to enhance their diagnostic capabilities. Indeed, unlike SAGIR where PME and additional laboratory tests are routinely performed diagnostic procedures, the majority of diagnostics in the CVFSE were limited to clinical examination of live casualties or external examination of carcasses. Quantitative analyses and direct comparison of the SAGIR and CVFSE data were therefore not possible. By increasing the proportion of birds examined post-mortem at the CVFSE, useful information on diseases naturally occurring in wild passerines could be generated. Moreover, even if the definitive aetiologic diagnosis could not often be reached without additional tests, recording of gross lesions observed at PME would facilitate syndromic surveillance, useful for detecting disease outbreaks or emergence (Warns-Petit et al. 2010). Establishment of a standardised PME protocol, diagnostic test methodologies, case and incident definitions with data sharing across the SAGIR and network of WRCs in France would help achieve an optimal disease surveillance scheme. Carcasses could be examined at the WRCs by employed veterinarians, private practitioners or experienced zoo and

wildlife veterinarians as reported by Cox-Witton et al. (2014) or submitted directly to the SAGIR collaborating laboratories for PME. Indeed, standardisation, in diagnostic procedures as in record keeping, is essential for broader analysis and comparison in wildlife disease assessment programmes, as previously suggested by authors from other countries (Sainsbury et al. 2001; Stitt et al. 2007; Sleeman and Clark 2003; Trocini et al. 2008; Kuiken et al. 2011; Molina-Lopez et al. 2011).

Through their method of wild animal submission and by using standardised protocols, WRCs could provide high-quality biological samples and/or information in a cost-effective way. Indeed, with carcasses or live casualties already available in WRCs, their inclusion in wildlife disease surveillance schemes would require minimal additional resources for acquisition. Moreover, the carcasses that WRCs supply should be able to be fresh, retrieving well-preserved samples for analysis. Integrating French and other European WRCs into large scientific programmes like the pan-European WildTech Project (WildTech 2010) could then be appropriate. Furthermore, when live casualties are admitted, unusual clinical signs (e.g. neurological signs) can be recorded, in addition to PME and/or additional laboratory tests. As WRCs become increasingly well known by the public in France, they could also be integrated in a national network collecting reports of sick or dead wild animals directly from members of the public (as with the finch trichomonosis incidents reported to the CVFSE in 2011), using a similar approach to citizen science programmes for wildlife disease surveillance in Great Britain (Cunningham et al. 2005, 2014).

Since it is intrinsically more difficult to monitor diseases in wildlife than in domestic animals, Mörner et al. (2002) suggested that opportunities to methodically collect a range of data should be taken where available. As we demonstrate in the present study, and according to other authors, WRCs have a great potential to contribute to both general and targeted disease surveillance programmes (Sleeman and Clark 2003; Stitt et al. 2007; Duncan et al. 2008; Trocini et al. 2008; Cox-Witton et al. 2014) of many wild bird and mammal species. Indeed, each year, thousands of birds from over a hundred species are admitted to WRCs in France (15,994 birds from more than 230 species were admitted to centres of the French Union of WRCs (UFCS) in 2011, unpublished data). Birds of prey and waterbirds are the most frequently admitted avian species, and hundreds of European hedgehogs are admitted each year (Lambert 2013). This supplies individual cases of species which are infrequently recovered as carcasses and can be particularly valuable for threatened species. French WRCs could then contribute, in addition to the circa 2,300 carcasses routinely collected each year by the SAGIR network. Together with WRCs from other European countries, they could also contribute to the estimated 18,000 wild animals examined every year in Europe as part of general surveillance programmes (Kuiken et al. 2011). By contrast, since French

WRCs admit few amphibian or reptile casualties, they are unlikely to make a significant contribution to monitoring diseases of wild animals from these two taxonomic classes. The potential cost-effective contribution of the WRCs towards national and European wildlife disease surveillance should be considered in the future but funding constraints currently limit their implementation of diagnostic testing. Integrating WRCs into large national or international scientific programmes could offer a means to derive financial support. In addition, a dedicated web-based database could be utilised across France and Europe, developed from open access sources for wildlife disease surveillance, such as the Wildlife Health Monitoring Network (WHMN 2013). Such potential has already begun to be exploited in North America (Eidson et al. 2001; Burton and Doblar 2004; Sleeman 2008; Randall et al. 2012) and in Europe (Sainsbury et al. 2001; Molina-Lopez et al. 2011) and highlighted zoonoses (e.g. West Nile virus) and anthropogenic causes (e.g. poisoning, trauma, environmental pollution) of morbidity and mortality of wild species.

Finally, WRCs could also benefit from an improvement in their diagnostic resources and further their conservation and welfare aims as well as contributing to wildlife disease surveillance. Such involvement would increase their knowledge of the diseases that commonly affect admitted wild species. Case management would then be enhanced by looking for specific lesions or aetiological agents or pathogens leading to nosocomial infections that may be acquired during hospitalisation, and a more comprehensive triage could be performed. Zoonotic agents of concern for rehabilitators and the public (e.g. *S. Typhimurium* infection in passerines (Lawson et al. 2014)) could also be identified leading to appropriate control measures and communication. The health status of rehabilitated animals before release into the wild could be better assessed which is required to minimise the risk of infectious disease transmission and potential harm to free-living populations and to maximise post-release survival (Spalding and Forrester 1993; Sleeman and Clark 2003). Similarly, PME of animals found dead subsequent to release could provide valuable information on the threats to rehabilitated animals (Sainsbury et al. 2012). Until such time that financial resources become available for extensive diagnostic testing, these potential benefits will remain unrealised in French WRCs.

Acknowledgments This study used data first from the SAGIR network which is financially supported by the French Federations of Hunters, the French Ministry of Ecology and Sustainable Development, the French Ministry of Agriculture through the French National Hunting and Wildlife Agency and the Regional Councils through their local veterinary laboratories. We also used data from the *Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire* (CVFSE) which is funded by Nantes Métropole, the Conseil Général de Loire-Atlantique, the Conseil Régional des Pays de la Loire, the Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Pays de la Loire

and private partners especially Total S.A., Total Raffinage Chimie and Total Raffinage France.

We are grateful to the agents of the Federations of Hunters, the environmental officers of the Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (French National Hunting and Wildlife Agency) and to the public for their assistance with the reporting of mortality incidents, field investigations and carcass collection. Finally, we would like to thank the agents of the local veterinary laboratories, Hubert Ferté and Damien Jouet from the Université de Reims Champagne-Ardenne, Michaël Treilles from the veterinary laboratory of the Manche department, Philippe Bery from the Toxicology Laboratory of the Veterinary School VetAgro Sup and Karin Lemberger from Vet Diagnostics for the SAGIR diagnostic investigations; Jean Chi, Dr Kevin Tyler and Dr Diana Bell at the University of East Anglia for their assistance with PCR testing for *T. gallinae* and to all the veterinary staff of the CVFSE/Oniris for the CVFSE diagnostic investigations. We thank Tim Hopkins for his comments on an earlier version of this manuscript. We would also like to acknowledge the useful feedback from reviewers which helped to refine the paper.

Ethical standards The live animals in this study were admitted as sick or injured wild bird casualties to the Pays de la Loire Regional Wildlife and Ecosystem Veterinary Centre for appropriate clinical care. The performed procedures were conducted for diagnostic and medical treatment purposes only. Euthanasia for welfare reasons was performed in accordance with French legislation.

Conflict of interest The authors declare that they had no conflict of interest in this study.

References

- AA (2013) Alerte amphibien. Available from <http://www.alerte-amphibien.fr/> Accessed 30 September 2013
- AFNOR (2007) Isolement et identification de tout sérovar ou de sérovar(s) spécifiés de salmonelles chez les oiseaux. Norme NF U47-101 Novembre 2007. Méthodes d'analyse en santé animale. Association Française de Normalisation, La Plaine Saint Denis, 34p
- AWHN (2013) Annual report 2011/12. Australian Wildlife Health Network. Available from <http://www.wildlifehealth.org.au/Portals/0/Documents/Organisation/Annual%20Report%202011-12%20final.pdf> Accessed 17 October 2013
- Bery P, Gaillet J-R (2008) Acute poisoning of red kites (*Milvus milvus*) in France: data from the SAGIR network. *J Wildl Dis* 44:417–426
- Brown P, Turnbull G, Charman S, Charlton AJ, Jones A (2005) Analytical methods used in the United Kingdom Wildlife Incident Investigation Scheme for the detection of animal poisoning by pesticides. *J Assoc Off Anal Chem Int* 88:204–220
- Burton DL, Doblar KA (2004) Morbidity and mortality of urban wildlife in the midwestern United States. P 4th Int Urb Wild Symp, Shaw et al., Eds. 171–181
- CCWHC (2013) Annual report 12/13. Canadian Cooperative Wildlife Health Centre. Available from http://www.ccwhc.ca/publications/2012_2013_ccwhc_annual_report_en.pdf Accessed 17 October 2013
- Chi JF, Lawson B, Durrant C, Beckmann K, John S, Alrefaei AF et al (2013) The finch epidemic strain of *Trichomonas gallinae* is predominant in British non-passerines. *Parasitology*. doi:10.1017/S0031182013000930
- Cox-Witton K, Reiss A, Woods R, Grillo V, Baker RT, Blyde DJ et al (2014) Emerging infectious diseases in free-ranging wildlife—Australian zoo based wildlife hospitals contribute to national surveillance. *PLoS ONE* 9(5):e95127. doi:10.1371/journal.pone.0095127
- Cunningham AA, Lawson B, Bennett M, Chantrey J, Kirkwood JK, Pennycott TW et al (2005) Garden bird health. *Vet Rec* 156:656
- Cunningham AA, Lawson B, Hopkins T, Toms M, Wormald K, Peck K (2014) Monitoring diseases in garden wildlife. *Vet Rec* 174:126. doi:10.1136/vr.g1295
- Duff JP, Pennycott TW, Willmington JA, Robertson SI (2007) Emergence of garden bird trichomonosis. *Vet Rec* 161:828
- Duncan C, Backus L, Lynn T, Powers B, Salman M (2008) Passive, opportunistic wildlife disease surveillance in the Rocky Mountain Region, USA. *Transbound Emerg Dis* 55:308–314. doi:10.1111/j.1865-1682.2008.01039.x
- Eidson M, Komar N, Sorhage F, Nelson R, Talbot T, Mostashari F et al (2001) Crow deaths as a sentinel surveillance system for West Nile virus in the Northeastern United States, 1999. *Emerg Infect Dis* 7: 615–620
- ELIZ (2013) Entente de lutte interdépartementale contre les zoonoses. Available from http://www.e-l-i-z.com/home/?page_id=14 Accessed 30 September 2013
- Forzan MJ, Vanderstichel R, Melekhovets YF, McBurney S (2010) Trichomonosis in finches from the Canadian Maritime provinces—an emerging disease. *Can Vet J* 51:391–396
- Foster G, Ross HM, Pennycott TW, Hopkins GF, McLaren IM (1998) Isolation of *Escherichia coli* O86:K61 producing cyto-lethal distending toxin from wild birds of the finch family. *Lett Appl Microbiol* 26:395–398
- Fourle I, Hugnet C, Goy-Thollot I, Bery P (2010) Validation of a new LC-MS-MS ion-trap technique for the simultaneous determination of 13 anticoagulant rodenticides, drugs, or natural products. *J Anal Toxicol* 34:95–102
- Ganas P, Jaskulska B, Lawson B, Zadavec M, Hess M, Bilic I (2013) Multi-locus sequence typing confirms the clonality of *Trichomonas gallinae* isolates circulating in European finches. *Parasitology* 13:1–10. doi:10.1017/S0031182013002023
- Giovannini S, Pewsner M, Hüsey D, Hächler H, Ryser-Degiorgis M-P, von Hirschheydt J, Origi FC (2013) Epidemic of Salmonellosis in Passerine birds in Switzerland with spillover to domestic cats. *Vet Pathol* 50:597–606
- Green D, Hines M, Russell R, Sleeman J (2013) 2011 Report of selected wildlife diseases. U.S. Geological Survey, National Wildlife Health Centre. Available from http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5271/pdf/NWHC-SIR2012_5271.pdf Accessed 17 October 2013
- Hall AJ, Saito EK (2008) Avian wildlife mortality events due to Salmonellosis in the United States, 1985–2004. *J Wildl Dis* 44: 585–593
- Hars J, Ruette S, Benmergui M, Fouque C, Fournier J-Y, Legouge A et al (2008) The epidemiology of the highly pathogenic H5N1 avian influenza in mute swans (*Cygnus olor*) and other Anatidae in the Dombes region (France), 2006. *J Wildl Dis* 44:811–823
- Hartup BK, Dhondt AA, Sydenstricker KV, Hochachka WM, Kollias GV (2001) Host range and dynamics of mycoplasmal conjunctivitis among birds in North America. *J Wildl Dis* 37:72–81
- Hochachka WM, Dhondt AA (2000) Density-dependent decline of host abundance resulting from a new infectious disease. *Proc Natl Acad Sci U S A* 97:5303–5306
- Jennings AR (1961) An analysis of 1,000 deaths in wild birds. *Bird Study* 8:25–31. doi:10.1080/00063656109475985
- Kuiken T, Ryser-Degiorgis M-P, Gavier-Widén D, Gortazar C (2011) Establishing a European network for wildlife health surveillance. *Rev Sci Tech OIE* 30:755–761
- Lambert O (2013) Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire – Rapport d'activités 2012. Available from http://www.oniris-nantes.fr/fileadmin/redaction/CVFSE/rapport_activites_CVFSE_2012.pdf Accessed 30 September 2013

- Lawson B, Howard T, Kirkwood JK, Macgregor SK, Perkins M, Robinson RA et al (2010) The epidemiology of salmonellosis in garden birds in England and Wales, 1993 to 2003. *EcoHealth* 7(3): 294–306. doi:10.1007/s10393-010-0349-3
- Lawson B, Robinson RA, Neimanis A, Handeland K, Isomursu M, Agren EO et al (2011) Evidence of spread of the emerging infectious disease finch trichomonosis, by migrating birds. *EcoHealth* 8(2): 143–153. doi:10.1007/s10393-011-0696-8
- Lawson B, Robinson RA, Colvile KM, Peck KM, Chantrey J, Pennycott TW (2012) The emergence and spread of finch trichomonosis in the British Isles. *Philos T Roy Soc B* 367:2852–2863
- Lawson B, de Pinna E, Horton RA, Macgregor SK, John SK, Chantrey J et al (2014) Epidemiological evidence that garden birds are a source of human salmonellosis in England and Wales. *PLoS ONE* 9(2): e88968. doi:10.1371/journal.pone.0088968
- Lemarchand C, Rosoux R, Penide ME, Bery P (2012) Tissue concentrations of pesticides, PCBs and metals among ospreys, *Pandion haliaetus*, collected in France. *Bull Environ Contam Toxicol* 88:89–93
- LPO (2013a) LPO Mission Rapaces. Available from <http://rapaces.lpo.fr/> Accessed 30 September 2013
- LPO (2013b) Centres de sauvegarde LPO. Available from <http://www.lpo.fr/oiseaux-en-detresse/centres-de-sauvegarde> Accessed 30 September 2013
- Mastain O, Decors A, Bery P, Millot F (2011) « De la difficulté de la relation cause à effet en toxicovigilance animale ». In: Colloque de la Société française d'Ecotoxicologie Fondamentale et Appliquée, 22 juin 2011, Paris
- Molina-Lopez RA, Casal J, Darwich L (2011) Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995–2007: a long term retrospective study. *PLoS ONE* 6(9):e24603. doi:10.1371/journal.pone.0024603
- Mörner T, Obendorf DL, Artois M, Woodford MH (2002) Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Rev Sci Tech OIE* 21:67–76
- Neimanis AS, Handeland K, Isomursu M, Agren E, Mattsson R, Hammes IS et al (2010) First report of epizootic trichomoniasis in wild finches (Family *Fringillidae*) in Southern Fennoscandia. *Avian Dis* 54:136–141
- Oaks JL, Besser TE, Walk ST, Gordon DM, Beckmen KB, Burek KA et al (2010) *Escherichia albertii* in wild and domestic birds. *Emerg Infect Dis* 16:638–644. doi:10.3201/eid1604.090695
- ONCFS (2013) Problématiques d'étude et recherches de l'équipe : Unité Sanitaire de la Faune. Available from <http://www.oncfs.gouv.fr/Unite-sanitaire-de-la-faune-ru469/Unite-sanitaire-de-la-faune-ar1018> Accessed 30 September 2013
- Pennycott TW, Ross HM, McLaren IM, Park A, Hopkins GF, Foster G (1998) Causes of death of wild birds of the family *Fringillidae* in Britain. *Vet Rec* 143:155–158
- Pennycott TW, Mather HA, Bennett G, Foster G (2010) Salmonellosis in garden birds in Scotland, 1995 to 2008: geographic region, *Salmonella* enteric phage type and birds species. *Vet Rec* 166: 419–421
- Peters M, Kilwinski J, Reckling D, Henning K (2009) Gehäufte Todesfälle von wild lebenden Grünfinken an Futterstellen infolge *Trichomonas gallinae* infektionen—ein aktuelles Problem in Norddeutschland. *Kleintierpraxis* 54:433–438
- Randall NJ, Blitvich BJ, Blanchong JA (2012) Efficacy of wildlife rehabilitation centers in surveillance and monitoring of pathogen activity: a case study with West Nile virus. *J Wildl Dis* 48:646–653
- Refsum T, Vikoren T, Handeland K, Kapperud G, Holstad G (2003) Epidemiologic and pathologic aspects of *Salmonella* Typhimurium infection in passerine birds in Norway. *J Wildl Dis* 39:64–72
- RNE (2013) Réseau national d'échouage. Available from <http://crmm.univ-lr.fr/index.php/fr/echouages/reseau-national-echouages> Accessed 30 September 2013
- Robinson RA, Lawson B, Toms MP, Peck KM, Kirkwood JK et al (2010) Emerging infectious disease leads to rapid population declines of common British birds. *PLoS ONE* 5(8):e12215. doi:10.1371/journal.pone.0012215
- Sainsbury AW, Kirkwood JK, Bennett PM, Cunningham AA (2001) Status of wildlife health monitoring in the United Kingdom. *Vet Rec* 148:558–563
- Sainsbury AW, Armstrong DP, Ewen JG (2012) Chapter 10 Methods of disease risk analysis for reintroduction programmes. *Reintroduction biology: integrating science and management*. (eds) Ewen JG, Armstrong DP, Parker KA, Seddon PJ, Wiley-Blackwell, 336–359
- SFEPM (2013) Les objectifs de l'association. Available from <http://www.sfepm.org/association.htm#objectifs> Accessed 30 September 2013
- Sleeman JM (2008) Use of Wildlife Rehabilitation Centres as monitors of ecosystem health. In: (eds) Fowler ME, Miller RE, Zoo and Wild Animal Medicine, 97–104
- Sleeman JM, Clark EE (2003) Clinical wildlife medicine: a new paradigm for a new century. *J Avian Med Surg* 17:33–37
- Spalding MG, Forrester DJ (1993) Disease monitoring of free-ranging and released wildlife. *J Zoo Wildl Med* 24:271–280
- Stenkat J, Krautwald-Junghans M-E, Schmidt V (2013) Causes of morbidity and mortality in free-living birds in an urban environment in Germany. *EcoHealth*. doi:10.1007/s10393-013-0868-9
- Stitt T, Mountfield J, Stephen C (2007) Opportunities and obstacles to collecting wildlife disease data for public health purposes: results of a pilot study on Vancouver Island, British Columbia. *Can Vet J* 48: 83–90
- Trocini S, Pacioni C, Warren K, Butcher J, Robertson I (2008) Wildlife disease passive surveillance: the potential role of wildlife rehabilitation centres. Native Animal Rescue Group NSW. Available from <http://www.narg.asn.au/content/wildlife-surveillance> Accessed 30 September 2013
- UFCS (2013) Union française des centres de sauvegarde de la faune sauvage. Available from <http://uncs.chez.com/> Accessed 30 September 2013
- Warns-Petit E, Morignat E, Artois M, Calavas D (2010) Unsupervised clustering of wildlife necropsy data for syndromic surveillance. *Vet Res* 6:56. doi:10.1186/1746-6148-6-56
- WHMN (2013) Goal of the Wildlife Health Monitoring Network. Available from <http://www.whmn.org> Accessed 04 November 2013
- WildTech (2010) Novel technologies for surveillance of emerging and re-emerging infections of wildlife. Project summary. Available from <http://www.wildtechproject.com/wildtech/node/1> Accessed 11 April 2014
- Zadravec M, Marhold C, Slavec B, Zorman Rojs O, Racnik J, Gruntar I (2012) Trichomonosis in finches in Slovenia. *Vet Rec* 171:253–254

Tableau 35 Effectifs par ordre, des oiseaux sauvages admis par 35 vétérinaires du RFVPPS de 2004 à 2010

	Ordre	Effectifs sur 7 ans
Accipitriformes	(8 espèces)	90
Anseriformes	(3 espèces)	6
Apodiformes	(1 espèce)	35
Caprimulgiformes	(1 espèce)	3
Charadriiformes	(8 espèces)	25
Ciconiiformes	(1 espèce)	2
Columbiformes	(3 espèces)	25
Coraciiformes	(1 espèce)	2
Falconiformes	(3 espèces)	63
Galliformes	(4 espèces)	9
Gruiformes	(1 espèce)	1
Passeriformes	(21 espèces)	45
Pelecaniformes	(3 espèces)	12
Piciformes	(1 espèce)	6
Strigiformes	(8 espèces)	145
Suliformes	(2 espèces)	2
	Total	471

III.B - Le Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune sauvage

Le Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune Sauvage (RFVPFS) est une association loi 1901, créée en 2004 par un collectif de vétérinaires praticiens libéraux souhaitant mettre leurs compétences médicales au service de la prise en charge de la faune sauvage autochtone française.

Les objectifs de cette association, régulièrement rapportés dans la presse professionnelle (Jeanney, 2007 ; Neveux, 2007 ; Decazes, 2010 ; Jeanney, 2012 ; Lafon, 2012), étaient triples. Il s'agissait tout d'abord de procurer des soins médicaux et/ou chirurgicaux à des animaux sauvages, malades ou blessés, amenés en consultation par le grand public, des agents de l'ONCFS, des membres d'associations de protection de la nature ou les pompiers. Les données sanitaires alors collectées par ces vétérinaires étaient centralisées dans une base de données en ligne hébergée par le Syndicat National des Vétérinaires d'Exercice Libéral. Une fois soignés, les animaux admis devaient impérativement être transférés dans un centre de réhabilitation agréé, pour leur convalescence et leur rééducation avant relâcher. Le deuxième objectif était d'assurer la formation complémentaire des vétérinaires diplômés à la prise en charge de ces espèces sauvages. Un guide avec cette vocation a notamment été publié en 2008 (Péricard *et al.*, 2008). Le dernier objectif était, à l'aide des animaux admis dans les différents cabinets ou cliniques vétérinaires, de participer à la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage, comme exposé en 2010 lors des Etats généraux du sanitaire (RFVPFS, 2010). Cette capacité a été exploitée dans le cadre d'une étude portant sur les causes de mortalité et de morbidité de l'avifaune sauvage protégée (Gourlay, 2010 ; Gourlay *et al.*, 2012) mais n'a pu être développée depuis. En effet, suite à des difficultés de financement, qui reposait sur la cotisation des membres et des dons privés, l'association a été dissoute en Mai 2013. La gestion du réseau a cependant été reprise par la commission Environnement de la Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires permettant d'envisager un avenir pour ce réseau.

Du fait d'un mode de collecte des animaux sauvages similaire à celui des centres de réhabilitation de la faune sauvage, les vétérinaires, membres du RFVPFS, étaient susceptibles de recevoir les mêmes espèces, notamment des oiseaux. Entre 2004 et 2010, 471 oiseaux de 69 espèces et 16 ordres différents ont ainsi été admis par 35 vétérinaires issus de 23 départements répartis sur le territoire métropolitain (*cf.* Tableau 35).

Tout comme pour les centres de réhabilitation et comme mentionné par le RFVPFS lui-même (RFVPFS, 2010), ces oiseaux représentent une source de matériel biologique intéressante pour des études scientifiques dont des programmes de surveillance épidémiologique passive et active. En effet, répartis sur le territoire métropolitain et capables de produire, par leur formation, des prélèvements et des données sanitaires de qualité, les vétérinaires libéraux impliqués pourraient être le support d'un réseau d'épidémiosurveillance et d'épidémiovigilance des maladies des oiseaux sauvages en parallèle des organismes actuels et d'un réseau de centres de réhabilitation comme évoqué précédemment.

Nous avons montré cette capacité à travers une communication orale lors d'un colloque national :

- Gourlay P., Decors A., Assié S., 2013. Evaluation de la santé de la faune sauvage en France : acteurs actuels et perspectives pour le vétérinaire praticien. Acte et communication orale. *Atelier Environnement. Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires*, Nantes, 17 Mai 2013, 961-965. (*cf.* Annexe 49).



Photo 2 Exemples de témoignages photographiques de poxvirose chez des mésanges charbonnières (*Parus major*) reçus en 2012 par le CVFSE d'Oniris suite au lancement de l'enquête dédiée à la maladie

III.C - Les programmes de science participative

Depuis une vingtaine d'années en France, des programmes de science participative ont été mis en place, notamment pour étudier les populations d'espèces d'oiseaux sauvages autochtones. Ces programmes de recherche ont été initiés à un plan national par l'Unité « Conservation des espèces, restauration et suivi des populations » du Muséum National d'Histoire Naturelle et le Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (programmes Suivi Temporel des Oiseaux Communs, Suivi Hivernal des Oiseaux des Champs, Observatoire des oiseaux des jardins du programme général Vigie-Nature (Vigienature, 2014)) ainsi qu'au plan régional par des associations naturalistes comme la Ligue de Protection des Oiseaux ou Bretagne Vivante (ex. : FLA, 2014). Ces études ont pour objectif de comprendre les mécanismes qui régissent la biodiversité comme notamment l'impact du changement climatique ou de l'urbanisation sur les populations d'oiseaux. Des données d'observation, de témoignages visuels de présence d'une espèce en un lieu et une date donnés, sont ainsi collectées par des réseaux d'observateurs volontaires à l'aide de protocoles simples. Des clichés photographiques sont également régulièrement pris par ces observateurs permettant de confirmer leurs témoignages. Les espèces concernées par ces observations appartiennent principalement aux ordres des Columbiformes, des Piciformes et des Passeriformes.

Même si, dans le cadre de ces programmes, les oiseaux ne sont pas capturés et donc non disponibles pour la réalisation de prélèvements biologiques, les témoignages visuels accompagnés d'illustrations photographiques peuvent être très utiles pour la surveillance passive syndromique de maladies, s'exprimant cliniquement, par exemple, par des lésions externes. Forts de plusieurs milliers d'adhérents, les réseaux naturalistes représentent alors une force d'observation très importante. En France, à l'heure actuelle et à notre connaissance, ce potentiel a été peu exploité jusqu'à présent. Seul un programme de surveillance passive syndromique de ce type a été mis en place en 2012 par le Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire d'Oniris à propos de la poxvirose de la Mésange charbonnière (*Parus major*) (cf. Annexe 50 et Photo 2) et utilisant les réseaux naturalistes d'ornithologues comme sources de données (Gourlay, 2013).

Parallèlement à ces réseaux d'observation de naturalistes, les acteurs évoqués précédemment pour la surveillance active (ex. : bagueurs du CRBPO, chasseurs) peuvent également potentiellement participer à des actions de surveillance passive syndromique de maladies impliquant les espèces capturées ou tirées. En effet, ayant accès en continu à des oiseaux « en mains », ces acteurs sont alors susceptibles de détecter l'apparition et/ou la diffusion dans le temps et l'espace d'une maladie s'exprimant par des signes cliniques ou nécropsiques dont l'observation ne nécessite pas de connaissances approfondies en santé animale.



Photo 3 Bague, marquage alaire et mesures biométriques de poussins de Busard cendré *Circus pygargus* en plaine céréalière (département 37) dans le cadre d'un projet de recherche mené par le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé



Photo 4 Capture nocturne au filet japonais de bécasseaux variables *Calidris alpina* en baie de Bourgneuf (département 44) dans le cadre d'un projet de recherche mené par l'Université de Nantes

III.D - Les programmes de recherche en écologie

Enfin, tout comme les programmes de recherche en épidémiologie évoqués précédemment, les programmes de recherche en écologie des oiseaux sauvages peuvent permettre, par les moyens dédiés, d'apporter des prélèvements supplémentaires exploitables dans le cadre de la surveillance active. En effet, dans le cadre de projets de recherche menés par des équipes du Centre National de la Recherche Scientifique, d'Universités (ex. : CEBC, 2014 ; CEFE, 2014 ; LIENS, 2014 ; MMS, 2014) ou de fondations (ex. : Fondation Tour du Valat (TDV, 2014)) souvent en collaboration avec des associations naturalistes, des oiseaux sont capturés pour répondre à des questions précises permettant de définir des mesures de gestion des ressources et des espaces naturels (enjeu de conservation de la biodiversité) (cf. Photos 3 à 5). Ces programmes, bien que limités dans le temps, apportent alors souvent l'unique opportunité d'avoir accès à des espèces²⁸, d'ordres divers selon les équipes (ex. : Accipitriformes, Anseriformes, Charadriiformes, Passeriformes, Procellariiformes), mais fréquentant généralement des écosystèmes bien particuliers (Bourrioux, 2010 ; Bochet *et al.*, 2012 ; Drouet *et al.*, 2013 ; Grégoire, 2013 ; Tolon, 2013 ; Péron *et al.*, 2014). L'exploitation de ces oiseaux pour des programmes de surveillance active peut alors fournir des informations complémentaires à celles collectées chez des ordres et/ou des espèces plus facilement accessibles.



Photo 5 Relâchers de macreuses noires *Melanitta nigra* capturées en baie du Mont Saint-Michel (département 50) et équipées de balises Argos dans le cadre d'un projet de recherche coordonné par l'Observatoire avifaune - Maison de l'Estuaire du Havre

²⁸ S'agissant souvent d'espèces protégées, leur capture est soumise à autorisation préfectorale (Articles L411-1 et 411-2 du Code de l'Environnement) et du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN, 2014). Selon les interventions réalisées, le programme doit, par ailleurs, respecter la réglementation sur l'expérimentation animale (Décret n°2013-118 et ses arrêtés d'application transposant la Directive européenne 2010/63/UE ; note de service DGAL N2013-8095 concernant la faune sauvage non-captive).

Tableau 36 Type de surveillance possible des maladies de l'avifaune sauvage en France, caractéristiques taxonomiques et effectifs des oiseaux en fonction des modes de collecte (les cases grisées correspondent aux actions de surveillance ayant été menées jusqu'à présent avec les modes de collecte correspondants)

Oiseaux sauvages collectés		Type de surveillance possible	
Mode de collecte	Caractéristiques taxonomiques et effectifs	Passive	Active
Réseau SAGIR (USF ONCFS/FNC)	<ul style="list-style-type: none"> - près de 20 ordres dont principalement Accipitriformes, Anseriformes, Columbiformes, Galliformes, Passeriformes - espèces chassables en grande majorité - environ 500 par an (hors surveillance passive activée) 	Oui, France entière	Non
Réseau « Vigilance Poisons »	<ul style="list-style-type: none"> - Accipitriformes - espèces protégées nécrophages - quelques dizaines par an 	Oui, Pyrénées et Sud-Est de la France	Non
Centres de réhabilitation de la faune sauvage	<ul style="list-style-type: none"> - plus de 20 ordres dont principalement Accipitriformes, Apodiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Falconiformes, Passeriformes, Strigiformes - espèces protégées en grande majorité - environ 15000 par an 	Oui, France entière	Oui, France entière
Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune Sauvage	<ul style="list-style-type: none"> - plus de 15 ordres dont principalement Accipitriformes, Apodiformes, Charadriiformes, Columbiformes, Falconiformes, Passeriformes, Strigiformes - espèces protégées en grande majorité - plusieurs dizaines par an 	Oui, Quelques départements	Oui, Quelques départements
Programmes de science participative	<ul style="list-style-type: none"> - Passeriformes principalement - espèces protégées en grande majorité - milliers par an 	Syndromique, France entière	Non

Légende : Syndromique = surveillance en continu de maladies s'exprimant par des signes cliniques ou nécropsiques pouvant être observés par un acteur n'ayant pas de connaissances approfondies en santé animale.

IV - Bilan et perspectives

La synthèse que nous venons de réaliser illustre la diversité des acteurs de terrain ayant pour intérêt les oiseaux sauvages en France métropolitaine que se soit dans un but d'évaluation de leur état de santé, de connaissances de leur biologie et/ou de leur écologie, de régulation de populations sources de nuisance ou d'activités de loisirs (*cf.* Tableau 36). Bien que certains d'entre eux soient spécifiquement dédiés à la surveillance épidémiologique, en continu, des maladies de la faune sauvage (USF de l'ONCFS dont le réseau SAGIR), les autres acteurs présentés ici peuvent également participer à la collecte d'informations permettant l'évaluation sanitaire des oiseaux sauvages en France. En effet, de par la diversité des ordres et des espèces, de tout statut, étudiés, ils ont la possibilité de fournir des données, ou au moins des prélèvements biologiques, intéressants pour l'évaluation de l'état sanitaire de l'avifaune sauvage en France. En fonction de la régularité d'accès aux oiseaux sauvages, ils peuvent alors réellement participer à des programmes de surveillance épidémiologique ou bien permettre d'en renforcer les actions de terrain ou bien encore être les témoins de l'émergence d'une maladie chez une espèce ou dans un lieu donnés (vigilance épidémiologique).

IV.A - Surveillance passive des maladies des oiseaux sauvages en France : atouts, limites et complémentarité des acteurs actuels et potentiels

Le principal acteur sur lequel se repose la surveillance passive des maladies des oiseaux sauvages en France est le réseau SAGIR, qui a l'expérience de cette expertise depuis près de 30 ans. Son atout principal est son protocole de recueil de données et de diagnostic basé sur des professionnels de terrain formés à la collecte de cadavres et de commémoratifs et sur les laboratoires départementaux d'analyses vétérinaires pour l'établissement du diagnostic de mort. Ce réseau possède également un maillage territorial national et une réactivité lui permettant d'augmenter significativement le nombre d'oiseaux collectés en cas de crise sanitaire et ainsi améliorer rapidement les connaissances d'une situation à risque (*cf.* II.A.1). En termes de limites, les pressions d'observation et les capacités diagnostiques pouvant être variables dans le temps et entre départements, elles sont à l'origine de biais rendant les interprétations des situations sanitaires parfois délicates. Enfin, bien qu'il soit généraliste et amené à s'intéresser de plus en plus à des espèces de statut protégé, les centaines d'oiseaux surveillées par an restent jusqu'à alors principalement des espèces chassables, collectées en milieu rural.

Les centres de réhabilitation représentent, selon nous, l'autre acteur sur lequel la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage française pourrait se reposer. En effet, répartis sur la quasi-totalité du territoire métropolitain et recevant de manière constante des milliers d'oiseaux vivants, d'espèces protégées, en provenance principalement des milieux urbain ou semi-rural, ils offrent l'opportunité d'apporter des données supplémentaires et complémentaires à celles produites par le réseau SAGIR (*cf.* Tableau 36). Ils permettraient notamment d'améliorer les connaissances sur les maladies endémiques d'espèces de passereaux de jardin, de rapaces ou d'oiseaux marins (Gourlay *et al.*, 2014). Ce potentiel a ainsi déjà été exploité dans d'autres pays européens ou d'Amérique du Nord (Eidson *et al.*, 2001 ; Sainsbury *et al.*, 2001 ; Burton et Doblar, 2004 ; Sleeman, 2008 ; Molina-Lopez *et al.*, 2011 ; Randall *et al.*, 2012).

Pour participer efficacement à la surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage, les capacités diagnostiques des centres de réhabilitation français doivent cependant être améliorées. Des vétérinaires devraient alors pouvoir y intervenir régulièrement. Ceux-ci pourraient alors rejoindre le Réseau Français des Vétérinaires Praticiens pour la Faune Sauvage (RFVPFS) recevant le même type d'oiseaux sauvages que les centres de réhabilitation et collaborant déjà avec eux pour la

Tableau 36 (suite) Type de surveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France possible, caractéristiques taxonomiques et effectifs des oiseaux en fonction des modes de collecte (les cases grisées correspondent aux actions de surveillance ayant été menées jusqu'à présent avec les modes de collecte correspondants)

Oiseaux sauvages collectés		Type de surveillance possible	
Mode de collecte	Caractéristiques taxonomiques et effectifs	Passive	Active
Programmes spécialisés (USF ONCFS)	<ul style="list-style-type: none"> - ordre(s) capturé(s) fonction de l'agent surveillé - espèces de tout statut - nombre théorique fonction du plan d'échantillonnage 	Syndromique, Zones de captures plus ou moins étendues	Oui, Zones de captures plus ou moins étendues
Centres Nationaux d'Etude et de Recherche Appliquée « Avifaune Migratrice », « Petite Faune Sédentaire de Plaine », « Faune de Montagne » (ONCFS)	<ul style="list-style-type: none"> - Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Galliformes, Passeriformes - espèces chassables - plusieurs milliers par an 	Syndromique, Zones de capture fixes localisées	Oui, Zones de capture fixes localisées
Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> - plus de 20 Ordres dont principalement Passeriformes, Charadriiformes - espèces protégées en grande majorité - plusieurs dizaines de milliers par an 	Syndromique, France entière	Oui, France entière
Chasse (hors SAGIR)	<ul style="list-style-type: none"> - Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Galliformes, Gruiformes, Passeriformes - espèces chassables - dizaines de millions par an 	Syndromique, France entière	Oui, France entière

Légende : Syndromique = surveillance en continu de maladies s'exprimant par des signes cliniques ou nécropsiques pouvant être observés par un acteur n'ayant pas de connaissances approfondies en santé animale.

convalescence des oiseaux soignés et disposant d'une base de partage de données sanitaires. Les vétérinaires du réseau « Vigilance Poisons » pourraient alors aussi contribuer à cette base par leurs diagnostics nécropsiques réalisés sur des espèces de rapaces nécrophages dans les départements concernés. Cependant, afin de pouvoir ultérieurement exploiter ces données sanitaires dans le cadre d'un programme national de surveillance passive, les procédures diagnostiques doivent être standardisées et utilisées communément et les résultats diffusés rapidement entre acteurs.

La surveillance épidémiologique des maladies de l'avifaune sauvage menée conjointement par le réseau SAGIR et le réseau des centres de réhabilitation pourrait par ailleurs être complétée par des actions de surveillance passive syndromique. Celles-ci permettraient de surveiller certaines maladies particulières s'exprimant cliniquement ou à l'ouverture de la carcasse par des lésions facilement reconnaissables par des personnes n'ayant pas de connaissances approfondies en santé animale mais informées des éléments caractéristiques à reconnaître. En fonction des espèces concernées par la maladie surveillée, les acteurs contributeurs seraient différents : associations naturalistes et programmes nationaux de baguage du CRBPO ou de science participative pour des espèces protégées de Passeriformes comme ceci est le cas en Grande-Bretagne (Cunningham *et al.*, 2005 ; GWH, 2014 ; Cunningham *et al.*, 2014) ou en Amérique du Nord (Hartup *et al.*, 1998 ; HFDS, 2014), chasseurs pour les espèces chassables d'Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Galliformes, Gruiformes et Passeriformes. En plus de cette surveillance pratiquée à l'échelle du territoire métropolitain, d'autres actions menées à une échelle géographique plus restreinte pourraient ensuite également représenter une opportunité d'observations intéressantes. Il s'agit des captures organisées par l'ONCFS, annuellement dans le cadre des programmes de recherche de ses CNERA ou dans le cadre de programmes de surveillance active ou encore les régulations d'espèces nuisibles. Enfin, des actions de terrain ponctuelles réalisées pour des projets de recherche en épidémiologie et/ou en écologie ou pour réguler certaines espèces pourraient également être l'occasion de détecter la présence de maladies (vigilance syndromique).

IV.B - Surveillance active des maladies des oiseaux sauvages en France : atouts, limites et complémentarité des acteurs actuels et potentiels

Le principal acteur de la surveillance active des maladies des oiseaux sauvages en France est l'USF de l'ONCFS. Elle dispose, en effet, des compétences épidémiologiques pour l'établissement des plans d'échantillonnage, des collaborations avec les laboratoires d'analyses compétents, ainsi que des relations avec les acteurs de terrain, nécessaires à cette tâche. Du point de vue logistique, les prélèvements sont réalisés dans le cadre d'actions spécifiques élaborées afin d'obtenir des données précises pour un lieu et un moment donnés ou, le plus souvent, en exploitant d'autres activités menées indépendamment de la surveillance. Ainsi, les programmes de recherche des CNERA de l'ONCFS ainsi que les sessions de régulation d'espèces nuisibles sont des modes de collecte privilégiés lorsqu'ils permettent d'avoir accès aux espèces d'oiseaux surveillées. Ces modes de collecte ne permettent en revanche généralement qu'une surveillance géographiquement limitée à quelques zones.

Dans le cadre d'une surveillance menée à l'échelle nationale, divers acteurs peuvent être sollicités en fonction de l'agent surveillé et de l'espèce ou de l'ordre d'oiseaux associés. Les chasseurs tout d'abord permettent d'avoir accès, en nombre, à des espèces chassables d'une diversité d'ordres. Ensuite, des prélèvements peuvent être réalisés sur les oiseaux capturés annuellement par les bagueurs du CRBPO (principalement des espèces protégées des ordres des Passeriformes et Charadriiformes). Les centres de réhabilitation de la faune sauvage ainsi que le RFVPFS ne sont en revanche à l'heure actuelle pas impliqués dans la surveillance active des maladies des oiseaux sauvages. Recevant un nombre important d'oiseaux vivants d'espèces protégées d'une grande diversité d'ordre et notamment des

Tableau 36 (fin) Type de surveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France possible, caractéristiques taxonomiques et effectifs des oiseaux en fonction des modes de collecte (les cases grisées correspondent aux actions de surveillance ayant été menées jusqu'à présent avec les modes de collecte correspondants)

Oiseaux sauvages collectés		Type de surveillance possible	
Mode de collecte	Caractéristiques taxonomiques et effectifs	Passive	Active
Régulation d'espèces	<ul style="list-style-type: none"> - Anseriformes, Charadriiformes, Columbiformes, Passeriformes, Pelecaniformes, Suliformes - espèces nuisibles, envahissantes ou protégées mais sources de nuisance - centaines à milliers par an 	Syndromique ou détection ponctuelle de cas en fonction de la fréquence de régulation, Zones de régulation plus ou moins étendues	Oui et/ou en complément d'autres modes de collecte en fonction de la fréquence de régulation, Zones de régulation plus ou moins étendues
Projets de recherche en épidémiologie	<ul style="list-style-type: none"> - ordre(s) capturé(s) fonction du sujet de recherche - espèces de tout statut - nombre théorique fonction du plan d'échantillonnage 	Détection ponctuelle de cas, Zones de captures plus ou moins étendues	Oui en complément d'autres modes de collecte, Zones de captures plus ou moins étendues
Projets de recherche en écologie des oiseaux sauvages	<ul style="list-style-type: none"> - ordre(s) capturé(s) fonction du sujet de recherche - espèces souvent protégées et/ou liées à des écosystèmes particuliers - nombre théorique fonction du protocole 	Détection ponctuelle de cas, Zones de captures plus ou moins étendues	Oui en complément d'autres modes de collecte, Zones de captures plus ou moins étendues

Légende : Syndromique = surveillance en continu de maladies s'exprimant par des signes cliniques ou nécropsiques pouvant être observés par un acteur n'ayant pas de connaissances approfondies en santé animale.

Détection ponctuelle de cas = cas détectés fortuitement lors de captures ponctuelles d'oiseaux, ne pouvant permettre une surveillance continue par eux seuls (vigilance épidémiologique).

Accipitriformes, des Falconiformes et des Strigiformes, ils pourraient cependant participer à la collecte de prélèvements biologiques pour une surveillance nationale. Enfin, les captures menées dans le cadre de projets de recherche en épidémiologie et/ou en écologie peuvent être l'occasion de réaliser des prélèvements biologiques, utilisables pour la surveillance active. Réalisés généralement ponctuellement dans le temps, ils doivent être utilisés en complément²⁹ de prélèvements spécifiquement obtenus dans un but d'épidémiosurveillance. Ils permettent alors d'augmenter le nombre de données disponibles pour la surveillance active, en ayant mutualisé les efforts de capture et rentabilisé le matériel biologique disponible.

De nombreux acteurs de terrain ayant pour intérêt les oiseaux sauvages peuvent ainsi concrètement ou théoriquement pour l'instant pour certains, participer à la surveillance épidémiologique de l'avifaune française. Même si l'implication de tous ne peut être régulière, l'opportunité d'accès à des espèces d'oiseaux sauvages difficilement accessibles doit être saisie, comme mentionné par Mörner *et al.* (2002), pour la réalisation de prélèvements biologiques permettant l'amélioration des connaissances du portage et de la circulation d'agents biologiques au sein de l'avifaune sauvage européenne. Ceci est d'autant plus vrai pour les agents biologiques et les ordres d'oiseaux sauvages jugés comme devant faire l'objet d'une surveillance prioritaire (*cf.* Partie I). Pour ce faire, il apparaît alors nécessaire d'informer les acteurs non spécialistes de l'épidémiologie des maladies de la faune sauvage de l'intérêt de leur contribution pour la surveillance et de la manière dont ils peuvent y participer. Le premier point pourrait être abordé lors de séminaires ou de rencontres entre acteurs d'origines diverses (exemple : les Rencontres Naturalistes Régionales organisées en Pays de la Loire chaque année depuis 6 ans (RNR, 2014)) permettant de décloisonner les différentes activités ayant en commun les oiseaux sauvages. Des sessions de formation de reconnaissance de maladies spécifiques (pour la surveillance ou la vigilance syndromique par exemple) pourraient ensuite être organisées. Enfin, il serait également nécessaire de permettre un échange d'informations entre acteurs et un retour de résultats aux contributeurs dans de brefs délais. Les moyens actuels de communication et de partage d'événements devraient permettre aisément de répondre à cette nécessité.

²⁹ Utilisés seuls, ils permettent la réalisation d'enquêtes de prévalence uniquement.

Discussion générale

A travers les deux chapitres présentés dans ce manuscrit, nous avons répondu aux deux questions de recherche suivantes :

- « *quels agents biologiques portés par les oiseaux sauvages doivent être surveillés en priorité en Europe pour maîtriser les risques pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages et chez quels oiseaux ?* »,
- « *quelles sont les sources de données et/ou de matériel biologique actuelles ou potentielles disponibles en France métropolitaine pour participer à la surveillance épidémiologique des agents biologiques identifiés prioritaires en Europe ?* ».

Ces questions avaient pour objectif final d'identifier les leviers pouvant permettre une amélioration de la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages en France métropolitaine. Cette démarche correspondait à une auto-saisine du Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE) de l'École Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes-Atlantique (Oniris). Le CVFSE est, en effet, désireux d'exploiter de manière raisonnée le matériel biologique dont il dispose, à travers son activité de réhabilitation, à des fins d'épidémiosurveillance et d'identifier les études épidémiologiques des maladies de l'avifaune sauvage en France qu'il doit mener en priorité avec ses partenaires régionaux et/ou nationaux, naturalistes, scientifiques et/ou financiers. Bien qu'il s'agisse d'une initiative d'un centre en particulier, ces travaux auraient pu faire l'objet d'une demande des autorités sanitaires françaises. En effet, suite aux Etats généraux du sanitaire en 2010, la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt a sollicité l'Anses pour réaliser des travaux de hiérarchisation de maladies animales de diverses filières de production et/ou d'espèces d'animaux domestiques afin d'orienter les actions de surveillance et de maîtrise (ex. : Anses, 2012a ; Anses, 2012b).

Les résultats des chapitres I et II ont été discutés dans les parties correspondantes. En revanche, pour répondre à l'objectif opérationnel d'amélioration de la surveillance épidémiologique des maladies des oiseaux sauvages en France métropolitaine, nous discuterons de l'utilisation des résultats de nos catégorisations effectuées à l'échelle européenne dans le contexte des sources de données et/ou de matériel biologique disponibles en France métropolitaine. A cette fin, nous présenterons les éléments à prendre en considération pour optimiser les moyens dédiés aux programmes d'épidémiosurveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France métropolitaine.

I - Choix du lieu et du moment

Des zones géographiques et/ou des périodes de l'année pertinentes pour la surveillance d'un danger biologique donné doivent être déterminées. En effet, en fonction des dangers biologiques et de leurs oiseaux sauvages hôtes, une surveillance permanente et étendue sur un même territoire n'est peut être pas nécessaire alors qu'elle se révélera coûteuse. Comme mentionné précédemment dans le Chapitre I (cf. IV.E), les douzaines de couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » identifiés prioritaires pour des actions de surveillance pour l'une ou l'autre des trois cibles le sont à l'échelle européenne. L'identification des couples à surveiller dans un pays donné doit tenir compte de la situation épidémiologique des maladies présentes actuellement sur leur territoire, situation liée aux caractéristiques démographiques des êtres vivants impliquées, aux caractéristiques géographiques et/ou climatiques régionales (ex. : environnement et/ou climat favorables ou non au développement d'arthropodes vecteurs), aux mesures de lutte mises en place par les gouvernements en accord avec leur politique agricole, ainsi qu'aux situations des pays voisins. La direction de propagation actuelle des maladies doit également être prise en compte pour anticiper les actions de surveillance (vigilance) à mettre en place.



Figure 13 Localisation des 152 zones humides d'importance majeure (hors massifs à tourbières) (carrés bleus) recensées en France métropolitaine en 2007 (In Cizel, 2010).

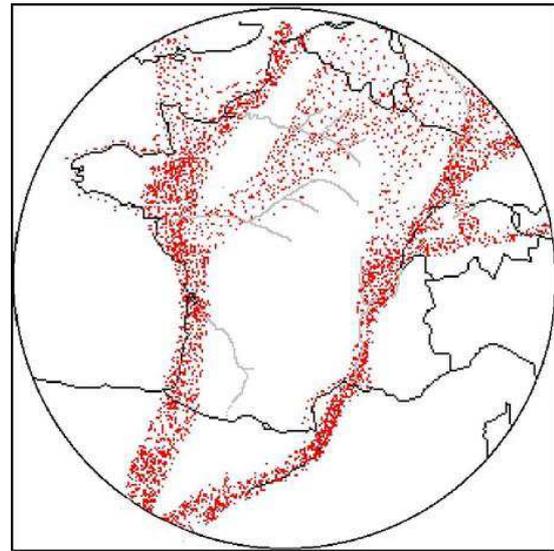


Figure 14 Voies de migration des oiseaux sauvages (bandeaux pointillés rouges) à travers la France (George, 2011).

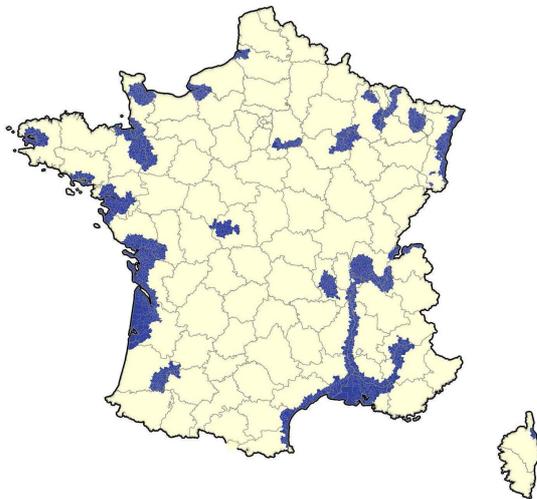


Figure 15 Communes à risque prioritaire (zones bleues) vis-à-vis des virus de l'Influenza aviaire en France métropolitaine (DGAL, 2014). Zones de surveillance passive.

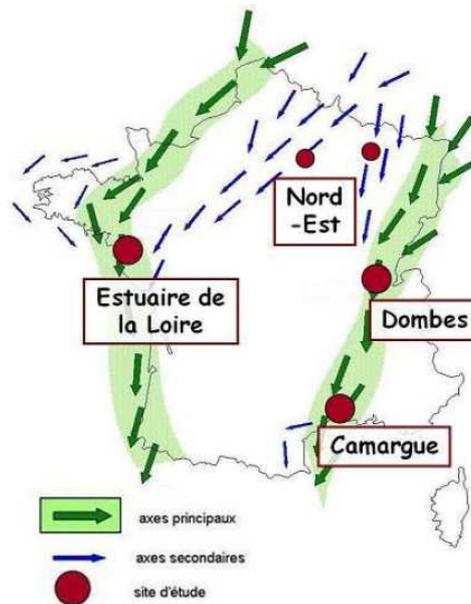


Figure 16 Axes migratoires empruntés par les Anatidae à travers la France et localisation des sites d'étude du programme FRIA 08-010 et des sites de surveillance active du virus de l'Influenza aviaire H5N1 HP entre 2003 et 2011 (Hars *et al.*, 2011a).

En matière d'agents biologiques portés par les oiseaux, la France métropolitaine a été ces dix dernières années soumise à la diffusion d'agents pathogènes provenant de latitudes plus septentrionales (ex. : *virus de l'Influenza aviaire H5N1 HP* (Hars *et al.*, 2008c) ; *Trichomonas gallinae* chez les Fringillidae (Lawson *et al.*, 2011 ; Gourlay *et al.*, 2014)), méridionales (ex. : *virus West-Nile* (Jourdain *et al.*, 2007)) et/ou de longitudes orientales (ex. : *Avipoxvirus* de la Mésange charbonnière *Parus major* (Literak *et al.*, 2010 ; Lawson *et al.*, 2012 ; Gourlay, *données non publiées*)). Des dangers biologiques présents actuellement dans des pays voisins et/ou présentant une diffusion en direction de la France métropolitaine doivent ainsi être surveillés (ex. : *virus Usutu* (Weissenböck *et al.*, 2002 ; Bakonyi *et al.*, 2007 ; Chvala *et al.*, 2007 ; Manarolla *et al.*, 2010 ; Steinmetz *et al.*, 2011 ; Becker *et al.*, 2012) ; *virus West-Nile* (Höfle *et al.*, 2008 ; Valiakos *et al.*, 2012 ; Bakonyi *et al.*, 2013)). En plus des couples ayant un niveau de risque estimé supérieur ou égal à « élevé à modéré » déjà retenus, les couples dont le niveau de risque a été estimé « modéré à élevé » à l'échelle européenne pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages, nous semblent devoir alors être intégrés aux couples à surveiller en priorité en France métropolitaine.

Ensuite, à l'échelle d'un pays, un ciblage plus précis des zones et des moments de l'année où les programmes de surveillance doivent être mis en place doit être également réalisé. Ce type de démarche a ainsi, par exemple, été menée pour le *virus de l'Influenza aviaire H5N1 HP* à l'échelle européenne (ex. : Gale *et al.*, 2014) ainsi qu'à des échelles nationales (ex. : Martinez *et al.*, 2009 ; Hars *et al.*, 2011a).

En France, des connaissances concernant la localisation des principales zones humides (*cf.* Figure 13) ainsi que les voies de migration des oiseaux sauvages (*cf.* Figure 14) ont permis d'identifier les principales zones d'intérêt pour la surveillance passive des *virus de l'Influenza aviaire* portés par les Anseriformes (*cf.* Figure 15) ainsi que des sites privilégiés pour la surveillance active du *virus H5N1 HP* (*cf.* Figure 16). Ce type de réflexion, nécessitant des compétences multidisciplinaires, est à réaliser en amont pour chaque couple identifié prioritaire. Une approche par écosystème serait alors même plus judicieuse qu'une approche tenant compte de limites administratives sans signification biologique. Une zone de surveillance pourrait alors chevaucher deux pays (ex. : France/Belgique).

II - Choix des espèces d'oiseaux en accord avec leur écologie

En taxonomie, les regroupements d'espèces d'oiseaux par taxon (Ordre, Famille, Genre, Espèce) sont réalisés à l'aide de clés de détermination dichotomique concernant des critères morphologiques, de comportement et/ou de chants. Cependant au sein d'un même ordre par exemple, des espèces ou des familles peuvent ne pas fréquenter les mêmes écosystèmes et ne pas avoir les mêmes régimes alimentaires. Au sein des Passeriformes par exemple, on peut ainsi distinguer des espèces/familles granivores, frugivores, insectivores, omnivores et/ou dont le régime alimentaire varie selon les saisons ainsi que des espèces/familles paludicoles, forestières ou fréquentant les milieux anthropisés. Les espèces/familles d'oiseaux d'un même ordre ne sont alors pas exposées aux mêmes dangers biologiques présents dans l'environnement et qu'ils pourraient acquérir par l'alimentation ou des arthropodes vecteurs. Comstedt *et al.* (2006) ont ainsi par exemple montré que les Passereaux se nourrissant au sol constituent un réservoir de *Borrelia* spp. plus important que d'autres espèces descendant rarement au sol. D'une manière générale, les oiseaux sauvages sont considérés comme de bonnes sentinelles de la santé des écosystèmes qu'ils fréquentent (Newman *et al.*, 2007 ; Mallory *et al.*, 2010 ; Smits et Fernie, 2013).

Un danger biologique associé à un ordre d'oiseaux sauvages dans nos catégorisations n'est alors pas à rechercher chez toutes les espèces ni même chez toutes les familles composant un même ordre. Des facteurs de risque d'infection des espèces doivent être pris en compte. Ainsi par exemple, chez les Passeriformes, *Trichomonas gallinae* ne doit être recherché que chez des familles d'oiseaux fréquentant des stations de nourrissage (ex. : Fringillidae, Passeridae, Prunellidae). Chez les Charadriiformes, *Clostridium botulinum* doit être recherché en priorité chez les familles se nourrissant de déchets ou de poissons avariés et/ou fréquentant des plans d'eau permettant la croissance des bactéries et la production des toxines (ex. : Laridae) plutôt que chez des oiseaux de haute mer se nourrissant de poissons pélagiques, fraîchement pêchés (ex. : Alcidae).

III - Choix des acteurs de terrain à solliciter

Le Chapitre II nous a permis d'identifier la diversité des acteurs de terrain ayant pour intérêt les oiseaux sauvages en France. Nous avons montré leur potentiel de collecte de matériel biologique pour des programmes de surveillance, dans leurs limites d'ordres/familles collectés et de couverture géographique liés à leur objectif et leur organisation. Pour chaque couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » identifié prioritaire pour la surveillance dans le Chapitre I, il est alors possible d'identifier les acteurs les plus à même d'apporter des informations intéressantes pour leur surveillance, en fonction des oiseaux collectés comme cela est le cas dans d'autres pays. En Grande Bretagne par exemple, au sein du GB Wildlife Disease Surveillance Partnership (WDSP, 2014), la surveillance de *Salmonella enterica* chez les Anseriformes est assurée par « Wildfowl and Wetlands Trust » alors que celle de *Salmonella enterica* chez les Passeriformes est assurée par « Garden Bird Health Initiative » de l'Institut de Zoologie de Londres. Les éléments que nous venons de présenter concernant les zones géographiques, la période de l'année ainsi que l'écologie des espèces, à prendre en considération pour cibler la surveillance de tel ou tel couple « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » permettent également de déterminer les acteurs de terrain à solliciter en priorité en France métropolitaine. Chez un même ordre collecté par deux acteurs différents, les familles ou espèces principalement collectées peuvent être différentes, à l'origine de l'intérêt d'un acteur plutôt qu'un autre pour surveiller un danger biologique donné. Ainsi par exemple, la surveillance épidémiologique des *Avipoxvirus* des Passeriformes, impliquant à l'heure actuelle principalement les Paridae, est plus à même d'être réalisable grâce à des programmes de sciences participatives dans les jardins que par le Réseau SAGIR ou les centres de réhabilitation qui, bien qu'admettant des oiseaux de l'ordre des Passeriformes, reçoivent peu d'individus de cette famille.

Les acteurs de terrains et/ou le mode de collecte permettant de fournir du matériel biologique pour des programmes de surveillance passive sont par ordre décroissant de potentiel :

- le Réseau SAGIR dédié à cette tâche, pour principalement les Anseriformes, les Galliformes, les Columbiformes et certaines espèces de Passeriformes de milieu rural et d'Accipitriformes ;
- les centres de réhabilitation de la faune sauvage pour les Charadriiformes, les Accipitriformes, les Falconiformes, les Strigiformes et certaines espèces de Passeriformes et de Columbiformes de milieu urbain ou semi-rural ;
- les CNERA, le CRBPO, la chasse et les programmes de sciences participatives permettant une surveillance syndromique chez certaines familles d'oiseaux.

Les acteurs de terrain et/ou le mode de collecte permettant de fournir du matériel biologique pour des programmes de surveillance active en France métropolitaine, sans mise en place d'actions spécifiques, sont principalement et par ordre décroissant de potentiel :

- les centres de réhabilitation de la faune sauvage pour les Laridae (ordre des Charadriiformes), les ordres des Accipitriformes, Falconiformes et Strigiformes et certaines espèces de Passeriformes et de Columbiformes ;
- la chasse pour les Anseriformes, les Galliformes et les Columbiformes ;
- le CNERA Avifaune migratrice de l'ONCFS pour les Anseriformes ;
- le CRBPO pour les Passeriformes.

Les programmes de régulation d'espèces de Corvidae (ordre des Passeriformes), de Columbiformes ou de Laridae (ordre des Charadriiformes) peuvent également être intéressants si leurs actions sont menées régulièrement permettant d'avoir un suivi sur une zone particulière.

IV - Choix des analyses de laboratoire

La surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage en général nécessite d'avoir accès en premier lieu à des prélèvements biologiques puis de disposer de techniques de laboratoire permettant d'orienter le diagnostic. En effet, peu de maladies chez la faune sauvage s'expriment par des signes cliniques ou des lésions macroscopiques pathognomoniques et des analyses de laboratoire (histologie, microbiologie, sérologie, biologie moléculaire) sont nécessaires pour confirmer ou infirmer les hypothèses.

Le réseau SAGIR et l'USF possèdent grâce à leurs collaborations avec des laboratoires d'analyses départementaux et nationaux des compétences de laboratoire avérées (*cf.* Chapitre I II.A.1 et II.B.1). Ainsi, parmi les dangers biologiques identifiés prioritaires dans nos catégorisations, la grande majorité a déjà été mise en évidence chez les oiseaux sauvages en France ou pourrait l'être compte-tenu des techniques de laboratoire disponibles (*cf.* Tableau 28).

Un ciblage des analyses, en fonction de l'ordre auquel l'oiseau autopsié ou prélevé appartient, est en revanche à réaliser. Même s'il est difficile de comparer ce qui a été recherché entre 1986 et 2013 au sein du réseau SAGIR à ce qui est prioritaire pour les 5 prochaines années, des analyses pratiquées ne semblent pas prioritaires dans le cadre de la surveillance passive des maladies de l'avifaune sauvage, notamment les analyses mycologiques ainsi que la grande majorité des analyses parasitologiques du contenu digestif. Comme mentionné par Gortazar *et al.* (2007), ces dernières analyses restent en revanche intéressantes dans un objectif d'amélioration des connaissances concernant l'écologie des maladies parasitaires.

Prévalence d'excrétion et diversité de *Chlamydiaceae* chez des oiseaux marins du Golfe de Gascogne (Océan Atlantique Nord-Est) admis en centre de réhabilitation

R. Aaziz^{(1)#}, P. Gourlay^{(2,3,4)#}, F. Vorimore⁽¹⁾, V. Siarkou⁽⁵⁾, K. Laroucau⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université Paris-Est, Anses, Laboratoire de Santé Animale, Unité des Zoonoses Bactériennes, 94706 Maisons-Alfort, France ;

⁽²⁾ Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire, Oniris, Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation Nantes-Atlantique, CS 40706, 44307 Nantes, France ;

⁽³⁾ INRA, UMR1300 Biologie, Epidémiologie et Analyse de Risque en santé animale, CS 40706, 44307 Nantes, France ;

⁽⁴⁾ LUNAM Université, Oniris, Nantes, France ;

⁽⁵⁾ Laboratory of Microbiology and Infectious Diseases, School of Veterinary Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece.

Ces auteurs ont contribué avec la même implication à la rédaction de l'article.

Les oiseaux domestiques ou sauvages sont reconnus comme étant les réservoirs primaires de *Chlamydia psittaci*, bactérie intracellulaire obligatoire, zoonotique. En fonction de la virulence de la souche et des défenses immunitaires de l'hôte, *C. psittaci* peut causer la chlamydiose aviaire chez les oiseaux ou la psittacose chez l'Homme, maladies potentiellement fatales. Les oiseaux sauvages d'espèces fréquentant le milieu marin sont fréquemment admis en centres de réhabilitation des côtes atlantiques européennes, notamment en cas de pollutions du milieu maritime par des hydrocarbures.

Afin de déterminer la prévalence d'excrétion fécale de *C. psittaci* par les oiseaux marins admis dans ces centres de réhabilitation et d'évaluer les risques sanitaires potentiels pour les animaux en soins et le personnel soignant, des écouvillons cloacaux ont été réalisés entre le 1^{er} Mai 2011 et le 31 Janvier 2014 chez des oiseaux collectés sur les plages ou les ports du Nord du Golfe de Gascogne et admis au Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire (CVFSE) d'Oniris. Des analyses de biologie moléculaire (PCR en temps réel *Chlamydiaceae* puis *Chlamydia* spp. ; génotypage ; reconstruction phylogénétique) ont ensuite été réalisées par le Laboratoire National de Référence pour la Chlamydiose aviaire de l'Anses Maisons-Alfort.

Parmi les 195 individus de 13 espèces prélevés, 18,5 % des oiseaux se sont révélés excréteurs de *Chlamydiaceae*. Ceux-ci appartenaient à 6 espèces des ordres des Anseriformes, Charadriiformes ou Suliformes. Les prévalences d'excrétion variaient principalement de 41 % (62 % en été ; 25 % en automne/hiver) chez les fous de bassan *Morus bassanus*, espèce notifiée pour la première fois ici comme hébergeant ces bactéries, à 14 % chez les goélands argentés *Larus argentatus* et 7 % chez les guillemots de Troïl *Uria aalge*. *C. psittaci* fut ensuite mis en évidence chez tous les fous de bassan positifs pour les *Chlamydiaceae* et chez 40 % des goélands argentés. Chez les autres goélands argentés ainsi que chez un guillemot de Troïl, des bactéries proches de la souche *Chlamydiaceae*-like C122, présente chez des oiseaux marins d'autres mers du globe, ont été par ailleurs retrouvées.

Cette étude a mis en évidence que les oiseaux marins du Golfe de Gascogne admis en centres de réhabilitation de la faune sauvage, et notamment les fous de bassan, peuvent excréter de manière significative des *Chlamydiaceae*, dont *C. psittaci*. Des mesures de contrôle et de protection des personnes doivent alors être mises en place par les équipes de réhabilitation, notamment en cas d'admissions massives d'oiseaux, situation propice aux transmissions d'agents pathogènes. L'étude confirme, par ailleurs, la diversité d'espèces d'oiseaux hébergeant des *Chlamydiaceae* ainsi que la diversité des *Chlamydiaceae* observée chez les oiseaux.

Mots clés : *Chlamydiaceae*, *Chlamydia psittaci*, PCR, oiseaux marins, Fou de bassan *Morus bassanus*, centre de réhabilitation, risque zoonotique.

V - Prise en compte des interfaces à risque

Les hiérarchisations et catégorisations des couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » que nous avons réalisées étaient destinées à évaluer les risques pour les populations générales d'animaux domestiques, humaine ou d'animaux sauvages en Europe. Les risques spécifiquement encourus par des sous-populations du fait de situations ou d'activités particulières n'ont pas été évalués.

D'une manière générale, certaines situations peuvent être à l'origine de niveau de transmission de dangers biologiques plus élevé engendrant des risques accrus pour certaines sous-populations. Pour la population humaine, ces situations peuvent être liées à des activités professionnelles (ex. : troubles respiratoires à *Chlamydia psittaci* chez des ouvriers d'élevage de volailles ou d'abattoir (Laroucau *et al.*, 2009a ; Laroucau *et al.*, 2009b)), dont les responsables se doivent d'en évaluer les risques pour assurer la sécurité de leur personnel. En matière de faune sauvage en général, il est alors intéressant de réaliser des surveillances renforcées au niveau des interfaces où les contacts entre animaux sauvages et animaux domestiques et/ou êtres humains sont particulièrement développés. En effet et bien que les individus exposés soient proportionnellement peu nombreux par rapport à la population générale, ces interfaces sont propices à la transmission d'agents biologiques et à l'émergence de maladies (Bengis *et al.*, 2002 ; Karesh *et al.*, 2005 ; Gortazar *et al.*, 2007). La transmission peut alors se faire de la faune sauvage vers les animaux domestiques et/ou l'Homme mais aussi dans l'autre sens.

Concernant spécifiquement les oiseaux sauvages, de nombreuses situations à risque ont été identifiées et rapportées à l'origine d'infections d'êtres humains ou d'animaux domestiques : nettoyage de mangeoires de jardin, manipulation d'oiseaux sauvages morts, nourrissage de pigeons urbains, travail en centre de réhabilitation pour oiseaux sauvages, préparation pour consommation d'oiseaux tués à la chasse, prédation (ex. : Tsiodras *et al.*, 2008 ; Magnino *et al.*, 2009 ; Giovannini *et al.*, 2012 ; Hilbert *et al.*, 2012 ; Rehn *et al.*, 2013 ; Kalmar *et al.*, 2014 ; Lawson *et al.*, 2014 ; Wallensten *et al.*, 2014). Il convient donc d'identifier l'ensemble des situations, ou interfaces, à risque puis pour chacune d'elles d'adapter les priorités de surveillance aux oiseaux impliqués.

Les centres de réhabilitation de la faune sauvage représentent des interfaces à risque en France métropolitaine. En effet, admettant et soignant de nombreux oiseaux d'ordres différents chaque année (cf. Tableau 34), ces centres sont un creuset propice à la transmission d'agents biologiques au personnel animalier et vétérinaire et entre animaux hospitalisés, et à l'émergence de maladies. Des programmes de surveillance doivent être mis en place en tenant compte de leur activité particulière afin d'identifier les couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » à surveiller. Des dangers biologiques, d'importance zoonotique entre autres, ont ainsi déjà été retrouvés en centres de réhabilitation en Europe ainsi qu'aux Etats-Unis (ex. : Bactéries antibio-résistantes à bêta-lactamases, *Campylobacter* spp., *Chlamydia psittaci*, *Salmonella enterica* spp.) chez des ordres d'oiseaux sauvages identifiés prioritaires dans nos travaux, mais également chez d'autres ordres (Siembieda *et al.*, 2011 ; Kalmar *et al.*, 2014 ; Rouffaer *et al.*, 2014). Dans une optique d'anticiper une éventuelle émergence, il est donc intéressant, en complément de surveiller des couples identifiés prioritaires à l'issue des hiérarchisations, de réaliser des études descriptives de prévalence chez les animaux admis afin d'identifier de nouvelles sources de dangers à maîtriser. Les agents biologiques à étudier doivent alors être ciblés à partir des connaissances antérieures disponibles et des caractéristiques écologiques des espèces admises. Nous avons ainsi mis en évidence une prévalence d'excrétion fécale élevée de *Chlamydiaceae*, dont *Chlamydia psittaci*, chez des oiseaux marins admis au CVFSE d'Oniris. Cette étude a fait l'objet d'un article, en cours de finalisation, dont le résumé en français est présenté en Encadré 4 (manuscrit complet en anglais à soumettre à une revue internationale à comité de lecture en Annexe 51).

Conclusion générale et perspectives

Nos travaux ont traité d'une thématique originale et les résultats obtenus seront utiles à la communauté scientifique et de gestionnaires de risque en France et en Europe.

Nous avons en effet identifié les dangers biologiques associés à leurs ordres d'oiseaux porteurs à surveiller en priorité chez l'avifaune sauvage en France et en Europe afin de maîtriser les risques pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages. Nous avons également apporté des réponses concrètes à des situations de terrain. Des programmes de surveillance et des études épidémiologiques pourront ainsi être mis en place et contribuer à l'amélioration des connaissances concernant la circulation d'agents pathogènes chez les oiseaux sauvages en Europe.

Nous avons montré que de nombreux acteurs de terrain, ayant pour intérêt les oiseaux sauvages, existent à l'heure actuelle en France métropolitaine et qu'il serait possible de les solliciter pour la surveillance épidémiologique de dangers biologiques identifiés prioritaires en Europe et *a fortiori* en France.

Les résultats de nos travaux nous permettent à présent d'émettre quelques perspectives pour une amélioration de l'épidémiosurveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France. Jusqu'à maintenant, seuls les programmes de surveillance active des *virus de l'Influenza aviaire* et du *virus West-Nile* ont été menés par l'USF de l'ONCFS en exploitant simultanément différentes sources de matériel biologique (*cf.* Chapitre II II.B.1) permettant ainsi d'optimiser les moyens disponibles. Peu d'actions de surveillance passive des maladies des oiseaux sauvages associant plusieurs acteurs ont été réalisées jusqu'à présent alors que des complémentarités intéressantes sont possibles (Gourlay *et al.*, 2014). Seul le réseau SAGIR possède réellement à l'heure actuelle des capacités d'analyses de laboratoire permettant de transformer du matériel biologique en données sanitaires, ainsi qu'une centralisation des informations produites. Celle-ci permet alors la détection précoce de l'apparition de maladies nouvelles pour la faune sauvage et/ou d'agents pathogènes transmissibles à l'Homme et/ou partagés par la faune sauvage et les animaux domestiques (vigilance épidémiologique). En revanche, les variabilités, entre département et dans le temps, des pressions d'observation sur le terrain et des capacités diagnostiques d'analyses de laboratoires ne permettent pas de répondre pleinement à l'objectif du réseau de caractériser dans le temps et dans l'espace les maladies de la faune sauvage et donc de réaliser une réelle surveillance épidémiologique à l'échelle nationale. Dans les démarches françaises actuellement en cours visant à améliorer la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage sur le territoire métropolitain, il nous semble alors opportun de prendre en considération les résultats nos travaux. Ils seront en effet utiles aux autorités françaises pour identifier les moyens d'optimiser les ressources disponibles pour la surveillance des maladies des oiseaux sauvages en combinant l'expérience et l'expertise du réseau SAGIR et le potentiel intéressant d'autres acteurs de terrain.

L'identification d'agents biologiques à surveiller en priorité chez la faune sauvage est un point clé, ayant été mis en avant par de nombreux auteurs ces dernières années, pour perfectionner la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage en général (Gortázar *et al.*, 2007 ; WildTech, 2010 ; Boadella *et al.*, 2011 ; Martin *et al.*, 2011 ; APHAEA, 2014 ; Ciliberti *et al.*, 2014 ; Grogan *et al.*, 2014). D'autres éléments importants sont également à prendre en considération et doivent continuer à être développés pour pouvoir réaliser une surveillance efficace à l'échelle européenne. Il s'agit tout d'abord de l'amélioration et de la standardisation des méthodes de recueil de données et de diagnostic des maladies de la faune sauvage. La formation spécialisée d'agents de l'environnement ou de la santé animale (vétérinaires, microbiologistes) en pathologie de la faune sauvage et harmonisées entre pays est alors indiquée. Ensuite, un partage rapide d'informations sanitaires entre pays est nécessaire notamment en cas d'émergence ou de ré-émergence de maladies. Le réseau européen de l'EWDA (Kuiken *et al.*, 2011) permet déjà à l'heure actuelle ce type de partage

et doit être développé. Des informations concernant l'abondance et la dynamique des populations des animaux sauvages surveillés sont également indispensables à collecter pour pouvoir évaluer l'impact des maladies. Des travaux multidisciplinaires associant épidémiologistes, vétérinaires, biologistes, écologistes doivent alors être menés. Toute démarche nationale de mise en place ou d'amélioration d'un réseau d'épidémiosurveillance des maladies des animaux sauvages doit se faire selon ces axes et dans l'esprit de partager des informations sanitaires avec les pays voisins pour pouvoir prendre, le cas échéant, des mesures de gestion appropriées. Ensuite, des particularités nationales doivent être prise en compte pour répondre à d'éventuels enjeux locaux mais également identifier et solliciter les acteurs de terrain les plus à même de fournir facilement et à moindre coût des prélèvements biologiques de qualité. Des sensibilisations de ces acteurs de terrain doivent alors être organisées pour leur présenter la place qu'ils peuvent occuper dans le domaine de l'évaluation de la santé de la faune sauvage et les informer des risques auxquels ils peuvent être exposés.

Les principales classes animales dont les maladies sont surveillées à l'heure actuelle en France, en Europe et dans le Monde sont les Mammifères et les Oiseaux, principalement en raison des risques qu'elles peuvent représenter pour la santé publique et/ou la santé des animaux domestiques. La surveillance de leurs maladies pour leur propre conservation est cependant également nécessaire tout comme celle de maladies d'autres classes d'animaux sauvages (ex. : Amphibiens, Reptiles, Poissons). En effet, faisant partie de la biodiversité, la faune sauvage participe, au même titre que les végétaux, aux services écosystémiques rendus à l'Homme (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) qui doit alors s'assurer de son bon état de santé dans son propre intérêt.

Références bibliographiques

- Alatoom A., Payne D., 2008. An overview of Arboviruses and Bunyaviruses. *LabMedicine*, 40, 237-240.
- Aldous A.W., Alexander D.J., 2008. Newcastle disease in pheasants (*Phasianus colchicus*): a review. *The Veterinary Journal*, 175, 181-185.
- Amstutz H.E., Anderson D.P., Armour S.J., Jeffcott L.B., Loew F.M., Wolf A.M., 2002. *Le Manuel Vétérinaire Merck*, Deuxième édition française. Aiello S.E, Mays A. (Eds), Merck and Co., Inc.I WhiteHouse Station, N.J., USA, 2297p.
- Andersen A.A., Franson J.C., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 15: Avian Chlamydiosis. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 303-316.
- Anses, 2012a. Méthodologie de hiérarchisation des maladies animales ; application aux agents pathogènes exotiques pour la France métropolitaine. *Avis de l'Anses – Saisine n° « 2008-SA-0390 »*. *Rapport d'expertise collective*, 152p.
- Anses, 2012b. Hiérarchisation de 103 maladies animales présentes dans les filières ruminants, équidés, porcs, volailles et lapins en France métropolitaine. *Avis de l'Anses – Saisine n° « 2010-SA-0280 »*. *Rapport d'expertise collective*, 277p.
- Artois M., Bicout D., Doctrinal D., Fouchier R., Gavier-Widen D., Globig A. *et al.*, 2009. Outbreaks of highly pathogenic avian influenza in Europe: the risks associated with wild birds. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 28(1), 69-92.
- Artois M., Bourhy H., Müller T.F., Selhorst T., Smith G.C., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 6: Lyssavirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 86-98.
- Atkinson C.T., 2008. Section II: Protozoa. Chapter 3: Avian malaria. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 35-53.
- Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B., 2008. *Parasitic diseases of wild birds*. Blackwell Publishing, 1st Edition, 595p.
- Aubail A., Méndez-Fernandez P., Bustamante P., Churlaud C., Ferreira M., Vingada J.V. *et al.*, 2013. Use of skin and blubber tissues of small cetaceans to assess the trace element content of internal organs. *Marine Pollution Bulletin*, 76 (1-2), 158-169. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.09.008.
- Bakonyi T., Erdelyi K., Ursu K., Ferenczi E., Csörgo T., Lussy H. *et al.*, 2007. Emergence of Usutu virus in Hungary. *Journal of Clinical Microbiology*, 45, 3870-3874.
- Bakonyi T., Ferenczi E., Erdelyi K., Kutasi O., Csörgo T., Seidel B. *et al.*, 2013. Explosive spread of a neuroinvasive lineage 2 West Nile virus in Central Europe, 2008/2009. *Veterinary Microbiology*, 165, 61-70.

- Balabanova Y., Gilsdorf A., Buda S., Burger R., Eckmanns T., Gärtner B. *et al.*, 2011. Communicable diseases prioritized for surveillance and epidemiological research: results of a standardized prioritization procedure in Germany, 2011. *PLoS ONE* 6(10): e25691. doi:10.1371/journal.pone.0025691.
- Barlow A.M., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 11: Picornavirus infections – Ljungan virus infection. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 179.
- Batz M.B., Hoffmann S.A., Krupnick A.J., Morris J.G., Sherman D.M., Taylor M.R. *et al.*, 2004. Identifying the most significant microbiological foodborne hazards to public health: a new risk ranking model. *Food Safety Research Consortium-A multi-disciplinary collaboration to improve public health*. Discussion paper series, No. 1.
- Beato M.S., Capua I., 2011. Transboundary spread of highly pathogenic avian influenza through poultry commodities and wild birds: a review. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 30(1), 56-61.
- Becker N., Jöst H., Ziegler U., Eiden M., Höper D., Emmerich P. *et al.*, 2012. Epizootic Emergence of Usutu Virus in Wild and Captive Birds in Germany. *PLoS ONE* 7(2): e32604. doi:10.1371/journal.pone.0032604.
- Beckmann K.M., Borel N., Pocknell A.M., Dagleish M.P., Sachse K., John S.K. *et al.*, 2014. Chlamydiosis in British Garden Birds (2005–2011): Retrospective diagnosis and Chlamydia psittaci genotype determination. *EcoHealth*, doi:10.1007/s10393-014-0951-x.
- Bengis R.G., Kock R.A., Fischer J., 2002. Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 21(1), 53-65.
- Bengis R.G., Leighton F.A., Fischer J.R., Artois M., Mörner T., Tate C.M., 2004. The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 23(2), 497-511.
- Benskin C. McW., H., Wilson K., Jones K., Hartley I.R., 2009. Bacterial pathogens in wild birds: a review of the frequency and effects of infection. *Biological Reviews*, 84, 349-373.
- Berny P., Gaillet J.-R., 2008. Acute poisoning of red kites (*Milvus milvus*) in France: data from the SAGIR network. *Journal of Wildlife Diseases*, 44, 417-426.
- Bichet C., Scheifler R., Coeurdassier M., Julliard R., Sorci G., Loiseau C., 2013. Urbanization, trace metal pollution, and malaria prevalence in the House sparrow. *PLoS ONE* 8(1):e53866. doi:10.1371/journal.pone.0053866.
- BirdLife International, 2004. Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status. *BirdLife International*, Cambridge, UK, 374p.

- BirdLife International, 2014a. East Atlantic Flyway, *BirdLife International*, http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/sowb/flyways/4_East_Atlantic_Factsheet.pdf Pages consultées le 31 Mars 2014.
- BirdLife International, 2014b. Mediterranean/Black Sea Flyway, *BirdLife International*, http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/sowb/flyways/5_Mediterranean_Black_Sea_Factsheet.pdf Pages consultées le 31 Mars 2014.
- Birtles R., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 33: Leptospira infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 402-408.
- Boadella M., Gortázar C., Acevedo P., Carta T., Martin-Hernando M.P., de la Fuente J. *et al.*, 2011. Six recommendations for improving monitoring of diseases shared with wildlife: examples regarding mycobacterial infections in Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 57, 697-706, doi:10.1007/s10344-011-0550-x.
- Bochet P., Quaintenne G., Robin F., Doumeret A., Delaporte P., 2012. Origins and age structure of Red Knot *Calidris canutus* staging and wintering on the Atlantic coast of France. *Journal of Ornithology*, 153(1), 103-114.
- Bonfante F., Terregino C., Heidari A., Monne I., Salviato A., Taddei R. *et al.*, 2012. Identification of APMV-1 associated with high mortality of collared doves (*Streptoelia decaocto*) in Italy. *Veterinary Record*, doi:10.1136/vr.100448.
- Bornstein S., Mörner T., Samuel W.M., 2001. Part I: Ectoparasites. Chapter 5: *Sarcoptes scabiei* and Sarcoptic Mange. *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 107-119.
- Boudouresque C.F., 2013. Manuel de rédaction scientifique et technique. Edition 2013-2014. MIO (Mediterranean Institute of Oceanography), Aix-Marseille Université publ., Marseille, 1-86.
- Bourne D., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 13: Poxvirus infections – Avian pox. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 191-196.
- Bourne D., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 13: Poxvirus infections – Myxomatosis and other leporipoxvirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 199-203.
- Bourrioux J.-L., 2010. Programme de marquage alaire. Bilan final des marquages alaires. *Circus'laire*, n°24/25, http://rapaces.lpo.fr/sites/default/files/mission-rapaces/36/Circuslaire_24-25_oct10.pdf Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- Bro E., Sarrazin F., Clobert J., Reit Z., 2000. Demography and the decline of the grey partridge Perdrix perdrix in France. *Journal of Applied Ecology*, 37(3), 432-448.

- Brookes V.J., Hernandez-Jover M., Cowled B., Holyoake P.K., Ward M.P., 2014a. Building a picture: prioritization of exotic diseases for the pig industry in Australia using multi-criteria decision analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 113, 103-117.
- Brookes V.J., Hernandez-Jover M., Neslo R., Cowled B., Holyoake P., Ward M.P., 2014b. Identifying and measuring stakeholder preferences for disease prioritization: a case study of the pig industry in Australia, *Preventive Veterinary Medicine*, 113, 118-131.
- Buckley A., Dawson A., Moss S.R., Hinsley S.A., Bellamy P.E., Gould E.A., 2003. Serological evidence of *West Nile virus*, *Usutu virus* and *Sindbis virus* infection of birds in the UK. *Journal of General Virology*, 84, 2807-2817.
- Burton D.L., Doblar K.A., 2004. Morbidity and mortality of urban wildlife in the midwestern United States. *Proceedings of the 4th International symposium on Urban Wildlife Conservation*, Shaw et al., Eds. 171-181.
- Cafarchia C., 2012. Section 3: Fungal and Yeast Infections. Chapter 40: Other fungal infections - Adiaspiromycosis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 466.
- Cafarchia C., Handeland K., Vikoren T., 2012. Section 3: Fungal and Yeast Infections. Chapter 42: Mycotoxicosis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 482-486.
- Caizergues A. Ellison L.N., 2002. Natal dispersal and its consequences in Black Grouse *Tetrao tetrix*. *Ibis*, 144(3), 478-487.
- Caizergues A., Maillard J.-F., 2013. Invasions biologiques et biodiversité : l'éradication de l'érismaire rousse en Europe. *Faune sauvage*, n°300, 14-18, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/pdf/FS_300_art1.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.
- Capek I., 2010. Définition des priorités dans le domaine des zoonoses non alimentaires – 2008-2009. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, septembre 2010, 33 pages. http://www.invs.sante.fr/publications/2010/zoonose_non_alimentaire/rapport_zoonoses_non_alimentaires.pdf Pages consultées le 05 Mars 2014.
- Capek I., Vaillant V., Mailles A., de Valk H., 2004. Importance et hiérarchisation des zoonoses en santé publique. *Epidémiologie et santé animale*, 46, 17-26.
- Cardoen S., Van Huffel X., Berkvens D., Quoilin S., Ducoffre G., Saegerman C. et al., 2009. Evidence-based semiquantitative methodology for prioritisation of foodborne zoonoses. *Foodborne pathogens and disease*, 6(9), doi:10.1089/fpd.2009.0291.
- Chardonnet Ph., des Clers B., Fischer J., Gerhold R., Jori F., Lamarque F., 2002. The value of wildlife. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 21(1), 15-51.

- Chi J.F., Lawson B., Durrant C., Beckmann K., John S., Alrefaei A.F. *et al.*, 2013. The finch epidemic strain of *Trichomonas gallinae* is predominant in British non-passerines. *Parasitology*, doi:10.1017/S0031182013000930.
- Chvala S., Bakonyi T., Bukovsky C., Meister T., Brugger K., Rubel F. *et al.*, 2007. Monitoring of Usutu virus activity and spread by using dead bird surveillance in Austria, 2003-2005. *Veterinary Microbiology*, 122, 237-245.
- Ciganovich E.A., 1999. Chapter 51: Miscellaneous diseases. Disease in Hatchlings and Young. *Field Manual of Wildlife Diseases - General Field Procedures and Diseases of Birds*, USGS, 361.
- Ciliberti A., Gavier-Widén D., Yon L., Hutchings M.R., Artois M., 2014. Prioritisation of wildlife pathogens to be targeted in European surveillance programmes: Expert-based risk analysis focus on ruminants. *Preventive Veterinary Medicine*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.11.021>
- CIRE, 2013. Retour d'investigation au sujet de pollution d'eau potable. Surveillance sanitaire en Rhône-Alpes. Point de situation n°2013/04. *Le point épidémiologique*. Cellule de l'Institut de Veille Sanitaire en Région Rhône-Alpes, 2.
- Clavel J., Robert A., Devictor V., Julliard R., 2008. Abundance estimation with a transient model under the robust design. *Journal of Wildlife Management*, 72(5), 1203-1210.
- Clemen R.T., Winkler R.L., 1999. Combining probability distributions from experts in risk analysis. *Risk Analysis*, 19(2), 187-203.
- Clergeau P., Yésou P., Chadenas C., 2005. Ibis sacré *Threskiornis aethiopicus*. Etat actuel et impacts potentiels des populations introduites en France métropolitaine. *Rapport Intra-ONCFS*, Rennes et Nantes, 53p, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/oiseaux/autres-especes/ibis_v2.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.
- Coburn H.L., Snary E.L., Kelly L.A., Wooldridge M., 2005. Qualitative risk assessment of the hazards and risks from wild game. *Veterinary Record*, 157, 321-322, doi:10.1136/vr.157.11.321.
- Codex, 1999. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment, CAC/GL_30. Amendment 2012. Food and Agriculture Organization, Rome, 4 pages. http://www.codexalimentarius.org/download/standards/357/CXG_030e.pdf Pages consultées le 11 Mars 2014.
- Combes B., Comte S., Raton V., Raoul F., Boué F., Umhang G. *et al.*, 2012. Westward spread of *Echinococcus multilocularis* in Foxes, France, 2005-2010. *Emerging Infectious Diseases*, 18(12), 2059-2062. doi:10.3201/eid1812.120219.
- Comstedt P., Bergström S., Olsen B., Garpmo U., Marjavaara L., Mejlön H *et al.*, 2006. Migratory Passerine birds as reservoirs of Lyme Borreliosis in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 12(7), 1087-1095.

- Converse K.A., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 14: Avian Tuberculosis. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 289-302.
- Corn J.L., Manning E.J.B., Sreevatsan S., Fischer J.R., 2005. Isolation of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis from free-ranging birds and mammals on livestock premises. *Applied and environmental microbiology*, 71, 6963-6967.
- Costard S., Jones B.A., Martinez-Lopez B., Mur L., de la Torre A., Martinez M. *et al.*, 2013. Introduction of African Swine Fever into the European Union through illegal importation of pork and pork products, *PLoS ONE* 8(4): e61104. doi:10.1371/journal.pone.0061104.
- Cox Jr., 2008. What's wrong with risk matrices? *Risk analysis*, 28, 497-512.
- Cox R., Revie C.W., Sanchez J., 2012. The use of expert opinion to assess the risk of emergence or re-emergence of infectious diseases in Canada associated with climate change. *PLoS ONE* 7(7): e41590. doi:10.1371/journal.pone.0041590.
- Cox R., Sanchez J., Revie C.W., 2013. Multi-criteria decision analysis tools for prioritising emerging or re-emerging infectious diseases associated with climate change in Canada. *PLoS ONE* 8(8): e68338. doi:10.1371/journal.pone.0068338.
- Cromie R, 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 20: Mycobacteria infections – Avian tuberculosis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 274-281.
- Cunningham A.A., Lawson B., Bennett M., Chantrey J., Kirkwood J.K., Pennycott T.W. *et al.*, 2005. Garden bird health. *Veterinary Record*, 156, 656.
- Cunningham A.A., Lawson B., Hopkins T., Toms M., Wormald K., Peck K., 2014. Monitoring diseases in garden wildlife. *Veterinary Record*, 174, 126. doi:10.1136/vr.g1295.
- CWHC, 2014. Annual report 2013-14, Healthy wildlife Healthy Canada. *Canadian Wildlife Health Cooperative*, http://www.cwhc.ca/publications/2013_2014_CWHC_annual_report_English.pdf Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- Daniels M.J., Hutchings R., Greig A., 2003. The risk of disease transmission to livestock posed by contamination of farm stored feed by wild excreta. *Epidemiology and Infection*, 130(3), 561-568.
- Daoust P.-Y., Prescott J.F., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 13: Salmonellosis. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 270-288.
- Das Neves C.G., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 1: Herpesvirus infections – Ruminant alphaherpesvirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 13-18.

- Daszak P., Berger L., Cunningham A.A., Hyatt A.D., Green D.E., Speare R., 1999. Emerging Infectious Diseases and Amphibian Population Declines. *Emerging Infectious Diseases*, 5, 735-748.
- Daszak P., Cunningham A.A., Hyatt A.D., 2000. Emerging infectious diseases of wildlife – Threats to biodiversity and human health. *Science*, 287, 443-449.
- Davidson W.R., 2008. Section II: Protozoa. Chapter 7: Histomonas. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 154-161.
- Decaro N., Buonavoglia C., Ryser-Degiorgis M.-P., Gortázar C., 2012. Chapter 12: Parvovirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 181-190.
- Deem S.L., Kasari T.R., Mahan S., 2011. Ehrlichia ruminantium (Heartwater). *Infectious Disease Committee Manual*. American Association of Zoo Veterinarians. http://c.ymcdn.com/sites/www.aazv.org/resource/resmgr/imported/idm_heartwater_erlichia_ruminantium.pdf Pages consultées le 09 Août 2013.
- Dejean T., Miaud C., Ouellet M., 2010. La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens. *Bulletin de la Société d'Herpétologie de France*, 134, 27-46.
- De La Fuente J., Naranjo V., Ruiz-Fons F., Höfle U., Fernández De Mera I.G., Villanúa D. *et al.*, 2006. Potential Vertebrate Reservoir Hosts and Invertebrate Vectors of Anaplasma marginale and A. phagocytophilum in Central Spain. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 5, 390-401.
- Del Rio Vilas V., Voller F., Montibeller G., Franco A.L., Sribhashyam S., Watson E. *et al.*, 2013. An integrated process and management tools for ranking multiple emerging threats to animal health. *Preventive Veterinary Medicine*, 108(2-3), 94-102.
- Discontools, 2012. Fighting Animal Diseases - Identifying Research Priorities. <http://www.discontools.eu> Pages consultées le 11 Mars 2014.
- Doherty J.-A., 2000. LCDC Report: Establishing priorities for national communicable disease surveillance. *Canadian Journal of Infectious Diseases*, 11(1), 21-24.
- Donlan C.J., Wingfield D.K., Crowder L.B., Wilcox C., 2010. Using expert opinion surveys to rank threats to endangered species: a case study with sea turtles, *Conservation Biology*, 24(6), 1586-1595.
- Drouet S., Decottignies P., Turpin V., Benyoucef I., Meleder V., Cognie B. *et al.*, 2013. Spatial distribution of shorebirds on an intertidal mudflat colonized by microphytobenthos biofilm. *ECSA 53 Conference: Estuaries and Coastal Areas in times of Intense Changes*, Shangai - China.
- Dubey J.P., 2008. Section II: Protozoa. Chapter 11: Toxoplasma. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 204-222.
- Dubey J.P., Odening K., 2001. Part III: Protozoans. Chapter 17: Tissue-inhabiting protozoans - Toxoplasmosis and related infections. *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 478-519.

- Duff J.P., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 19: Other virus infections – Infectious bursal disease (Gumboro disease). In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 259.
- Duff J.P., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 13: Poxvirus infections – Squirrelpox. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 196-199.
- Duff J.P., Gavier-Widen D., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 5: Calicivirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 73-85.
- Duff J.P., Meredith A., Millan J., Ryser-Degiorgis M.-P., 2012a. Section 5: Appendices. Appendix 3: selected socio-economically important wildlife related pathogens and diseases in Europe. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 503-504.
- Duff J.P., Meredith A., Millan J., Ryser-Degiorgis M.-P., 2012b. Section 5: Appendices. Appendix 2: selected zoonotic pathogens with European wildlife reservoirs/hosts. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 501-502.
- Duff J.P., Meredith A., Millan J., Ryser-Degiorgis M.-P., 2012c. Section 5: Appendices. Appendix 1: some wildlife related emerging diseases (WIREDs) in Europe. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 499-500.
- Duff J.P., Meredith A., Millan J., Ryser-Degiorgis M.-P., 2012d. Section 5: Appendices. Appendix 5: pathogens suspected of causing wild population declines, or of conservation importance. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 506.
- Duff J.P., Pennycott T.W., Willmington J.A., Robertson S.I., 2007. Emergence of garden bird trichomonosis. *Veterinary Record*, 161, 828.
- Dufour B., Hendrikx P., 2007. Partie I - Modalités de fonctionnement des réseaux de surveillance épidémiologique. Protocoles de surveillance. Définition de la stratégie de surveillance. In *Surveillance épidémiologique en santé animale 2^{ème} Edition*, AEEMA et Editions Quae, 40-45.
- Dufour B., Plée L., Moutou F., Boisseleau D., Chartier C., Durand B. *et al.*, 2011. A qualitative risk assessment methodology for scientific expert panels. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 30(3), 673-681.
- Eatwell K., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 14: Adenovirus infections – Avian adenovirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 215-216.

- ECDC, 2013a. Annex. List of communicable diseases for EU surveillance. *Surveillance Report. Annual epidemiological report 2013. Reporting on 2011 surveillance data and 2012 epidemic intelligence data*. European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm, 289.
- ECDC, 2013b. Cholera. *Surveillance Report. Annual epidemiological report 2013. Reporting on 2011 surveillance data and 2012 epidemic intelligence data*. European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm, 73-75.
- EFSA, 2006. Scientific Opinion on «“Migratory birds and their possible role in the spread of highly pathogenic Avian Influenza”», *The EFSA Journal*, 357, 1-46.
- Eidson M., Komar N., Sorhage F., Nelson R., Talbot T., Mostashari F. *et al.*, 2001. Crow deaths as a sentinel surveillance system for West Nile virus in the Northeastern United States, 1999. *Emerging Infectious Diseases*, 7, 615-620.
- Erdelyi K., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 9: Flavivirus infections – West Nile virus infection. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 129-135.
- Erdelyi K., Duff J.P., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 14: Adenovirus infections - Adenovirus infection in squirrels. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 216-217.
- Evans B.R., Leighton F.A., 2014. A history of One Health. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 33(2), 413-420.
- Fagerholm H.-P., Overstreet R.M., 2008. Section III: Helminths. Chapter 24: Ascaridoid Nematodes: *Contraecaecum*, *Porrocaecum* and *Baylisascaris*. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 413-433.
- Fasanella A., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 25: Anthrax. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 329-335.
- Ferroglio E., 2012a. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 23: Pasteurella infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 310-317.
- Ferroglio E., 2012b. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 35: Listeria infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 413-416.
- Fitzgerald S.D., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 8: Avian Adenoviruses. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 182-193.

- Florig H.K, Morgan M.G, Morgan K.M, Jenni K.E, Fischhoff B., Fischbeck P.S. *et al.*, 2001. A deliberative method for ranking risks (I): overview and test bed development. *Risk Analysis*, 21(5), 913-921.
- Forrester D.J., Foster G.W., 2008. Section II: Protozoa. Chapter 6: Trichomonosis. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 120-153.
- Fosse J., Seegers H., Magras C., 2008. Foodborne zoonoses due to meat: a quantitative approach for a comparative risk assessment applied to pig slaughtering in Europe. *Veterinary Research* 39(1):1, doi: 10.1051/vetres:2007039.
- Fouque C., Benmergui M., Bullifon F., Schricke V., 2012. L'Ouette d'Egypte : une espèce exotique en plein essor en France. *Faune sauvage*, n°296, 15-27, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/oiseaux/autres-especes/FS296_fouque_ouette_egypte_france.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.
- Fouque S., Schricke V., David Y., Serre D., 2011. La Bernache du Canada : une espèce exotique devenue envahissante. Diagnostic – Plan de lutte – Régulation, *Faune sauvage*, n°290, 18-31, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/oiseaux/autres-especes/FS290_fouque_bernache_canada.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.
- French N.P., Midwinter A., Holland B., Collins-Emerson J., Pattison R., Colles F. *et al.*, 2009. Molecular epidemiology of *Campylobacter jejuni* isolates from wild-bird fecal material in children's playgrounds. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(3), 779-783, doi:10.1128/AEM.01979-08.
- Frölich K., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 7: Morbillivirus infections - Exotic morbillivirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 114.
- Frölich K., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 10: Pestivirus infections – Bovine Viral Diarrhoea. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 152-157.
- Gaffuri A, Holmes P., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 31: Salmonella infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 386-397.
- Gale P., Goddard A., Breed A.C., Irvine R.M., Kelly L., Snary E.L., 2014. Entry of H5N1 highly pathogenic avian influenza virus into Europe through migratory wild birds: a qualitative release assessment at the species level. *Journal of Applied Microbiology*, 116, 1405-1417, doi:10.1111/jam.12489.
- Gamino V., Gutiérrez-Guzmán A.-V., Fernández-de-Mera I.G., Ortiz J.-A., Durán-Martin M., de la Fuente J. *et al.*, 2012. Natural Bagaza virus infection in game birds in southern Spain, *Veterinary Research*, 43(65), doi:10.1186/1297-9716-43-65.

- Gamo M., Oka T., Nakanishi N., 2003. Ranking the risks of 12 major environmental pollutants that occur in Japan. *Chemosphere*, 53, 277-284.
- Garnier M., Delamarre V., Delamarre J., Delamarre T., 2002. *Dictionnaire des termes de médecine*, 27^{ème} Edition. Editions Maloine, 1001p.
- Gavier-Widen D., 2012. Section 4: Prion Infections. Chapter 43: Transmissible spongiform encephalopathies. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 489-496.
- Gavier-Widen D., Chambers M., Gortázar C., Delahay R., Cromie R., Linden A., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 20: Mycobacteria infections – Tuberculosis, Mycobacterium bovis and Mycobacterium caprae infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 266-274.
- Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A., 2012. *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Blackwell Publishing, 1st Edition, 554p.
- Gavier-Widen D., Ryser-Degiorgis M.-P., Decaro N., Buonavoglia C., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 17: Coronavirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 234-240.
- Generous N., Margevicius K.J, Taylor-McCabe K.J., Brown M., Daniel W.B., Castro L. *et al.*, 2014. Selecting Essential Information for Biosurveillance – A Multi-Criteria Decision Analysis. *PLoS ONE* 9(1): e86601. doi:10.1371/journal.pone.0086601.
- Gibbs E.P.J., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 11: Picornavirus infections – Foot-and-mouth disease. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 168-176.
- Gibbs E.P.J., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 18: Bunyavirus infections – Rift Valley Fever. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 246-247.
- Giovannini S., Pewsner M., Hüsey D., Hächler H., Degiorgis M.-P., Hirschheydt J.V. *et al.*, 2012. Epidemic of Salmonellosis in Passerine Birds in Switzerland with spillover to domestic cats. *Veterinary Pathology*, 0300985812465328, first published on November 2.
- Godfroid J., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 24: Brucellosis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 318-328.
- Gortázar C., Ferroglio E., Höfle U., Frölich K., Vicente J., 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: a European perspective. *European Journal of Wildlife Research*, 53(4), 241-256.
- Gourlay P., 2010. Etiologie de la morbidité et de la mortalité de l'avifaune sauvage protégée en France. *Rapport de stage. Master II Surveillance épidémiologique des maladies humaines et animales, Santé publique Paris XI, Sciences et santé Paris XII*, 83p.

- Gourlay P., Decors A., Assié S., 2012. Determining causes of disease and death in French protected wild birds using three passive surveillance systems. Poster. *10th European Wildlife Disease Association Conference*, Lyon, France, 23-27 July 2012.
- Gourlay P., Decors A., Moinet M., Lambert O., Lawson B., Beaudou F. *et al.*, 2014. The potential capacity of French wildlife rescue centres for wild bird disease surveillance. *European Journal of Wildlife Research*, 60(6), 865-873, doi:10.1007/s10344-014-0853-9.
- Gourlay P., Ripoché M., Lehebel A., 2012. Avifaune sauvage et avortements à Salmonelles dans les élevages bovins : enquête cas/témoins dans le département de la Manche. *Epidémiologie et santé animale*, 61, 23-38.
- Gourlay-Larour M.-L., 2013. Les déplacements et leurs implications démographiques pour les populations d'oiseaux migrateurs soumis aux prélèvements cynégétiques : l'exemple du Fuligule milouin et du Fuligule morillon. *Thèse de Doctorat, spécialité biologie de l'environnement, des populations, écologie*. Nantes : Oniris, Lunam Université Nantes-Angers-Le Mans, 91p.
- Gourreau J.-M., 2010a. Dermatose nodulaire contagieuse. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 41-48.
- Gourreau J.-M., 2010b. Maladie vésiculeuse des Suidés. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 111-116.
- Gourreau J.-M., 2010c. Stomatite vésiculeuse. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 189-194.
- Graczyk T.K., Majewska A.C., Schwab K.J., 2008. The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. *Trends in Parasitology*, 24, 55-59.
- Green D., Hines M., Russell R., Sleeman J., 2012. 2011 Report of selected wildlife diseases. *U.S. Geological Survey, National Wildlife Health Center*. http://pubs.usgs.gov/sir/2012/5271/pdf/NWHC-SIR2012_5271.pdf Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- Grégoire E., 2013. Caractéristiques spatiales des territoires et domaines vitaux de la Gorgebleue à miroir dans un paysage fragmenté de marais salants. Master « Biologie Intégrée : Molécules, Populations et Développement Durable ». *Université de Perpignan Via Domitia*, 36p.
- Grillo T., Cox-Witton K., Wicks R., 2014. Wildlife Health Australia Quaterly. *Animal Health Surveillance*, 19(2), 6-7.
- Grogan L.F., Berger L., Rose K., Grillo V., Cashins S.D., Skerratt L.F., 2014. Surveillance for emerging biodiversity diseases of wildlife. *PLoS Pathogens*, 10(5): e1004015. doi:10.1371/journal.ppat.1004015.
- Guathier-Clerc M., Thomas F., 2010. *Ecologie de la santé et biodiversité*. Editions de Boeck Université, Bruxelles, 538p.

- Guery B., Alfandari S., Leroy O., Georges H., D'escrivan T., Kipnis E. *et al.*, 2003. Syndrome respiratoire aigu severe – Severe acute respiratory syndrome. *Médecine et maladies infectieuses*, 33, 281-286.
- Guillemain M., Caizergues A., Gourlay-Larour M.-L., 2014. De l'instantané au dynamique : la conservation des zones humides doit considérer les flux d'oiseaux et pas uniquement le résultat des comptages. In *Sciences de la Conservation*, Michel Gauthier-Clerc, François Mesleard et Jacques Blondel, Editions De Boeck Université, Bruxelles, 146-148.
- Guitouni A., Martel J.-M., 1998. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109, 501-521.
- Halpin K., Young P.L., Field H.E., Mackenzie J.S., 2000. Isolation of Hendra virus from pteropid bats: a natural reservoir of Hendra virus. *Journal of General Virology*, 81, 1927-1932.
- Handeland K., Gavier-Widen D., 2012. Section 3: Fungal and Yeast Infections. Chapter 41: Harmful Algal Blooms including Cyanobacterial Toxicosis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 476-481.
- Handeland K., Speck S., Birtles R., Jansson D.S., Gortázar C., Gavier-Widen D. *et al.*, 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 37: Other bacterial infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 428-451.
- Hansen W.R., Gough R.E., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 4: Duck Plaque (Duck Virus Enteritis). In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 87-107.
- Hars J., 2006. Surveillance active de l'Influenza aviaire chez les oiseaux sauvages en 2006. Convention MAP/ONCFS. *Rapport intermédiaire au 01/12/2006*, 6p.
- Hars J., Augé P., Chavernac D., Balanca G., Keck N., Pradel J. *et al.*, 2004. Surveillance de l'infection de l'avifaune sauvage camarguaise par le virus West-Nile. *Faune Sauvage*, 261, 54-58.
- Hars J., Brochet A.-L., Niqueux E., Jestin V., 2011a. FRIA 08-010 : Mieux connaître la circulation des virus IA FP et HP chez les oiseaux sauvages et leur statut immunitaire en France. *Rapport final. ONCFS, ANSES*, 75p.
- Hars J., Mortamais M., Pradel J., Auge P., Jourdain E., Chavernac D. *et al.*, 2008a. Circulation du virus West-Nile dans l'avifaune française. Bilan de sept années de surveillance. *Epidémiologie et santé animale*, 53, 29-41.
- Hars J., Niqueux E., Briand F.-X., Schmitz A., Caizergues A., Guillemain A. *et al.*, 2010a. Programme de surveillance active de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France en 2009. *Rapport ONCFS/AFSSA*, 25p.

- Hars J., Niqueux E., Brochet A.-L., Briand F.X., Schmitz A., Caizergues A. *et al.*, 2010b. Programme de surveillance active de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France en 2010. *Rapport ONCFS/AFSSA*, 22p.
- Hars J., Niqueux E., Brochet A.-L., Briand F.-X., Schmitz A., Caizergues A. *et al.*, 2011b. Programme de surveillance active de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France en 2011. *Rapport ONCFS/Anses*, 14p.
- Hars J., Niqueux E., Schmitz A., Briand F.-X., Caizergues A., Guillemain M. *et al.*, 2008b. Programme de surveillance active de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France en 2008. *Rapport ONCFS/Anses*, 19p.
- Hars J., Niqueux E., Schmitz A., Briand F.-X., Caizergues A., Guillemain M. *et al.*, 2007. Programme de surveillance active de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France en 2007. *Rapport ONCFS/Anses*, 27p.
- Hars J., Ruelle S., Benmergui M., Fouque C., Fournier J.-Y., Legouge A. *et al.*, 2008c. The epidemiology of the highly pathogenic H5N1 avian influenza in mute swan (*Cygnus olor*) and other Anatidae in the Dombes region (France), 2006. *Journal of Wildlife Diseases*, 44(4), 811-823.
- Hars J., Schmitz A., Caizergues A., Guillemain M., Leray G., Fournier J.-Y. *et al.*, 2006b. Surveillance de l'infection de l'avifaune sauvage par les virus Influenza en France. Résultats des enquêtes 2003-2004 et 2004-2005. *Rapport ONCFS/AFSSA*, 16p.
- Hartup B.K., Hussini O.M., Kollias G.V., Dhondt A.A., 1998. Risk factors associated with mycoplasmal conjunctivitis in house finches: Results from a citizen-based study. *Journal of Wildlife Diseases*, 34(2), 281-288.
- Havelaar A.H., van Rosse F., Bucura C., Toetenel M.A., Haagsma J.A., Kurowicka D. *et al.*, 2010. Prioritizing Emerging Zoonoses in the Netherlands. *PLoS ONE* 5(11):e13965. doi:10.1371/journal.pone.0013965.
- Henry P.-Y., 2011. Differential migration in the polygynandrous Alpine Accentor *Prunella collaris*. *Bird Study*, 58, 160-170.
- Herbst L.H., 1994. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases*, 4, 389-425.
- Herida M., 2011. Le dispositif des maladies à déclaration obligatoire en France : évolutions récentes. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France, 20 Septembre 2011, N° 33-34, 366-368.
- Heyman P., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 18: Bunyavirus infections – Hantaviruses infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gaviera-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 241-246.
- Hilbert F., Smulders F.M.J., Chopra-Dewasthaly R., Paulsen P., 2012. Salmonella in the wildlife-human interface. *Food Research International*, 45, 603-608.

- Hildebrandt A., Franke J., Meier F., Sachse S., Dorn W., Straube E., 2010. The potential role of migratory birds in transmission cycles of *Babesia* spp., *Anaplasma phagocytophilum*, and *Rickettsia* spp. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 1, 105-107.
- Höfle U., Blanco J.M., Crespo E., Naranjo V., Jiménez-Clavero M.A., Sanchez A. *et al.*, 2008. West-Nile virus in the endangered Spanish imperial eagle. *Veterinary Microbiology*, 129, 171-178.
- Holmes P., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 31: Salmonella infections – Salmonella infections in wild birds. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 387-392.
- Hoornstra E., Northolt M.D., Notermans S., Barendsz A.W., 2001. The use of quantitative risk assessment in HACCP. *Food Control*, 12, 229-234.
- Horigan V., Davies R.H., Kelly L.A., Mead G.C., Irvine R.M., Simons R.R.L., 2014. A qualitative risk assessment of the microbiological risks to consumers from the production and consumption of unviscerated and eviscerated small game bird in the UK. *Food Control*, 45, 127-137, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.040>
- Hubalek Z., 2004. An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Diseases*, 40, 639-659.
- Humblet M.-F., Vandeputte S., Albert A., Gosset C., Kirschvink N., Haubruge E. *et al.*, 2012. Multidisciplinary and evidence-based method for prioritizing diseases of food-producing animals and zoonoses. *Emerging Infectious Diseases* [serial on the Internet], 18(4), <http://dx.doi.org/10.3201/eid1804.111151> Pages consultées le 9 Mars 2014.
- INRS, 1999. Classement des agents biologiques. Documents pour le médecin du travail. *Institut National de la Recherche et de la Sécurité*, 79, 289-295. [http://www.inrs.fr/accueil/produits/ media theque/doc/publications.html?refINRS=TO%201](http://www.inrs.fr/accueil/produits/media/ theque/doc/publications.html?refINRS=TO%201) Pages consultées le 12 Juin 2014.
- InVS, 2010. Virus Sindbis. Point au 18 Mai 2010. Institut de Veille Sanitaire Département International et Tropical. http://www.invs.sante.fr/international/notes/sindbis_allemande_180510.pdf Pages consultées le 04 Avril 2014.
- InVS, 2013a. Liste des maladies humaines à déclaration obligatoire en France en 2012. *Institut National de Veille Sanitaire*. <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-infectieuses/ /Maladies-a-declaration-obligatoire/31-maladies-a-declaration-obligatoire> Pages consultées le 02 Juin 2013.
- InVS, 2013b. Surveillance et investigation des cas de grippe aviaire A(H5N1) et A(H7N9). Point au 3 mai 2013. *Institut National de Veille Sanitaire*. <http://www.invs.sante.fr/Actualites/Actualites/Surveillance-et-investigation-des-cas-de-grippe-aviaire-A-H5N1-et-A-H7N9-.Point-au-3-mai-2013> Pages consultées le 05 Août 2013.
- IUCN/SSC, 2013. Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission, viiii + 57 pp. <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2013-009.pdf> Pages consultées le 10 Mars 2014.

- Jakob-Hoff R.M., MacDiarmid S.C., Lees C., Miller P.S., Travis D., Kock R., 2014. Manual of Procedures for Wildlife Disease Risk Analysis. *World Organisation for Animal Health*, Published in association with the International Union for Conservation of Nature and the Species Survival Commission, Paris, 160p.
- Joncour G., Le Dréan-Quénez'hdu S., Vilagines L., Guiraud C., Razin M., 2010. Eco-toxicologie des grands nécrophages de France. Le réseau « Vigilance-Poisons ». Exposition de la faune sauvage aux traitements vétérinaires ou phytosanitaires et ses conséquences, à travers quelques exemples. Acte. *Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires*, Lille, 249-263.
- Jourdain E., 2006. Oiseaux sauvages et virus West-Nile. Etude éco-épidémiologique. *Thèse de troisième cycle, Université Joseph Fourier (Grenoble)*, <http://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00144110/> Pages consultées le 22 Septembre 2014.
- Jourdain E., Gauthier-Clerc M., Sabatier P., Grège O., Greenland T., Leblond A. *et al.*, 2008a. Magpies as hosts for West-Nile virus, Southern France. *Emerging Infectious Diseases*, 14(1), 158-160.
- Jourdain E., Schuffenecker I., Korimbocus J., Reynard S., Murri S., Kayser Y. *et al.*, 2007. West-Nile virus in wild resident birds, southern France, 2004. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 7(3), 448-452. doi:10.1089/vbz.2006.0592.
- Jourdain E., Zeller H.G., Sabatier P., Murri S., Kayser Y., Greenland T. *et al.*, 2008b. Prevalence of West-Nile virus neutralizing antibodies in wild birds from the Camargue area, Southern France. *Journal of Wildlife Diseases*, 44(3), 766-771.
- Juillard R., 2004. Estimating the contribution of survival and recruitment to large scale population dynamics. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27(1), 417-426.
- Kaleta E.F., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 1: Herpesvirus infections - Herpesvirus infections in wild birds. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 22-36.
- Kaleta E.F., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 3: Avian paramyxovirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 59-66.
- Kaleta E.F., Docherty D.E., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 3: Avian Herpesvirus. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 63-86.
- Kalmar I.D., Dicxk V., Dossche L., Vanrompay D., 2014. Zoonotic infection with *Chlamydia psittaci* at an avian refuge centre. *The Veterinary Journal*, 199, 300-302.
- Kapperud G., Stenwig H., Lassen J., 1998. Epidemiology of Salmonella typhimurium O:4-12 infection in Norway. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 774-782.

- Karesh W.B., Cook R.A., Bennett E.L., Newcomb J., 2005. Wildlife trade and global disease emergence. *Emerging Infectious Diseases*, 11(7), 1000-1002.
- Kazacos K.R., 2001. Part II: Endoparasites. Chapter 11: *Baylisascaris procyonis* and related species. *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 301-341.
- Keawcharoen J., Van Riel D., Van Amerongen G., Bestebroer T., Beyer W.E., Van Lavieren R. *et al.*, 2008. Wild Ducks as Long-Distance Vectors of Highly Pathogenic Avian Influenza Virus (H5N1). *Emerging Infectious Diseases*, 14, 600-607.
- Kocan A.A., 2001. Part III: Protozoans. Chapter 18: Blood-inhabiting Protozoans - *Plasmodium* spp. (Malaria). *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 520.
- Kocan A.A., Waldrup K.A., 2001. Part III: Protozoans. Chapter 18: Blood-inhabiting Protozoans - Piroplasms (*Theileria* spp., *Cytauxzoon* spp., and *Babesia* spp.). *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 524-536.
- Koenen F., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 11: Picornavirus infections – Encephalomyocarditis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 177-178.
- Krause G., 2008. Prioritisation of infectious diseases in public health - call for comments. *Eurosurveillance*, 13(40), 1-6.
- Kuiken T., Ryser-Degiorgis M.-P., Gavier-Widén D., Gortázar C., 2011. Establishing a European network for wildlife health surveillance. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 30(3), 755-761
- Lachish S., Bonsall M.B., Lawson B., Cunningham A.A., Sheldon B.C., 2012. Individual and population-level impacts of an emerging poxvirus disease in a wild population of great tits. *PLoS ONE*, 7(11): e48545. doi:10.1371/journal.pone.0048545.
- Lambert J.H., Haimes Y.Y., Li D., Schooff R.M., Tulsiani V., 2001. Identification, ranking, and management of risks in a major system acquisition. *Reliability Engineering and System Safety*, 72, 315-325.
- Lammerding A.M., Fazil A., 2000. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment. *International Journal of Food Microbiology*, 58, 147-157.
- Landry P., 2000. Enquête nationale sur les tableaux de chasse à tir. Saison 1998-1999. Résultats nationaux et données sociologiques. *Faune Sauvage, Cahiers techniques*, 251, 8-17.
- Landsberg J.H., Vargo G.A., Flewelling L.J., Wiley F.E., 2007. Section 3: Biotoxins. Chapter 23: Algal Biotoxins. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 431-455.

- Laroucau K., de Barbeyrac B., Vorimore F., Clerc M., Bertin C., Harkinezhad T. *et al.*, 2009a. Chlamydial infections in duck farms associated with human cases of psittacosis in France. *Veterinary Microbiology*, 135, 82-89. doi:10.1016/j.vetmic.2008.09.048.
- Laroucau K., Vorimore F., Aaziz R., Berndt A., Schubert E., Sachse K., 2009b. Isolation of a new chlamydial agent from infected domestic poultry coincided with cases of atypical pneumonia among slaughterhouse workers in France. *Infection, Genetics and Evolution*, 9, 1240-1247. doi:10.1016/j.meegid.2009.08.2005.
- Lawson B., Cunningham A., Chantrey J., Hughes L., Kirkwood J., Pennycott T. *et al.*, 2006. Epidemic finch mortality. *Veterinary Record*, 159, 367.
- Lawson B., de Pinna E., Horton R.A., Macgregor S.K., John S.K., Chantrey J. *et al.*, 2014. Epidemiological evidence that garden birds are a source of human salmonellosis in England and Wales, *PLoS ONE*, 9(2): e88968. doi:10.1371/journal.pone.0088968.
- Lawson B., Lachish S., Colvile K.M., Durrant C., Peck K.M., Toms M.P. *et al.*, 2012. Emergence of a novel avian pox disease in British tit species. *PLoS ONE*, 7(11):e40176. doi:10.1371/journal.pone.0040176.
- Lawson B., Malnick H., Pennycott T.W., Macgregor S.K., John S.K., Duncan G. *et al.*, 2011. Acute necrotizing pneumonitis associated with *Suttonella ornithocola* infection in tits (Paridae). *Veterinary Journal*, 188, 96-100.
- Lawson B., Robinson R.A., Neimanis A., Handeland K., Isomursu M., Agren E.O *et al.*, 2011. Evidence of spread of the emerging infectious disease, finch trichomonosis, by migrating birds. *EcoHealth*, 8(2), 143-153.
- Lefèvre P.-C., 2010. Clavelée et variole caprine. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 31-40.
- Le Gall-Reculé G., Briand F.-X., Schmitz A., Guionie O., Massin P., Jestin V. 20008. Double introduction of highly pathogenic H5N1 avian influenza virus into France in early 2006. *Avian Pathology*, 37(1), 15-23.
- Leighton F.A., 1995. Surveillance of wild animal diseases in Europe. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 14(3), 819-830.
- Leighton F.A., 2002. Health risk assessment of the translocation of wild animals. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 21(1), 187-195.
- Leighton F.A., Heckert R.A., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 1: Newcastle Disease and Related Avian Paramyxoviruses. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 3-16.
- Linden A., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 20: Mycobacteria infections – Paratuberculosis or Johne's disease. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 281-288.

- Lindsay D.S., Blagburn B.L., 2008. Section II: Protozoa. Chapter 10: Cryptosporidium. In: *Parasitic Diseases of Wild Birds*. Atkinson C.T., Thomas N.J., Hunter D.B. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 195-203.
- Linkov I., Satterstrom F.K., Kiker G., Batchelor C., Bridges T., Ferguson E., 2006. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive managements: Recent developments and applications. *Environment International*, 32, 1072-1093, doi:10.1016/j.envint.2006.06.013.
- Linstone H., Turoff M., 1975. *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Linstone H.A., Turoff M. (Eds), Glenview, Addison-Wesley, 640p.
- Literak I., Kulich P., Robesova B., Adamik P., Roubalova E., 2010. Avipoxvirus in great tits (*Parus major*). *European Journal of Wildlife Research*, 56, 529-534, doi:10.1007/s10344-009-0345-5.
- Lopez-Rodas V., Maneiro E., Lanzarot M.P., Perdignes N., Costas E., 2008. Mass wildlife mortality due cyanobacteria in the Donana National Park, Spain. *Veterinary Record*, 162, 317-318.
- Louis M., Viricel A., Lucas T., Peltier H., Alfonsi E., Berrow S. *et al.*, 2014. Habitat-driven population structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the North-East Atlantic. *Molecular Ecology*, 23(4), 857-874.
- Luby S.P., Gurley E.S., Jahangir Hossain M., 2009. Transmission of Human Infection with Nipah Virus. *Clinical Infectious Diseases*, 49, 1743-1748.
- Luttrell P., Fischer J.R., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 16: Mycoplasmosis. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 317-331.
- Magnino S., Haag-Wackernagel D., Geigenfein I., Helmecke S., Dovc A., Prukner-Radovcic E. *et al.*, 2009. Chlamydial infections in feral pigeons in Europe: Review of data and focus on public health implications. *Veterinary Microbiology*, 135, 54-67.
- Majewska A.C., Graczyk T.K., Slodkiewicz-Kowalska A., Tamang L., Jedrzejewski S., Zduniak P. *et al.*, 2009. The role of free-ranging, captive, and domestic birds of Western Poland in environmental contamination with *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts. *Parasitology Research*, 104, 1093-1099.
- Malkinson M., Banet C., Weisman Y., Pokamunski S., King R., Drouet M.-T. *et al.*, 2002. Introduction of West Nile virus in the Middle East by migrating white storks. *Emerging Infectious Diseases*, 8, 392-397.
- Mallory M.L., Robinson S.A., Hebert C.E., Forbes M.R., 2010. Seabirds as indicators of aquatic ecosystem conditions: a case for gathering multiple proxies of seabird health. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 7-12. doi:10.1016/j.marpolbul.2009.08.024.
- Manarolla G., Bakonyi T., Gallazzi D., Crosta L., Weissenböck H., Dorrestein G.M. *et al.*, 2010. Usutu virus in wild birds in northern Italy. *Veterinary Microbiology*, 141, 159-163.

- Marco I., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 10: Pestivirus infections – Pestivirus of chamois and Border disease. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 147-152.
- Martin C., Pastoret P.-P., Brochier B., Humblet M.-F., Saegerman C., 2011. A survey of the transmission of infectious diseases/infections between wild and domestic ungulates in Europe. *Veterinary Research*, 42:70, doi:10.1186/1297-9716-42-70.
- Martinez M., Munoz M.J., De La Torre A., Iglesias I., Peris S., Infante O. *et al.*, 2009. Risk of introduction of H5N1 HPAI from Europe to Spain by wild water birds in autumn. *Transboundary and Emerging Diseases*, 56, 86-98, doi:10.1111/j.1865-1682.2008.01062.x.
- McKenzie J., Simpson H., Langstaff I., 2007. Development of methodology to prioritise wildlife pathogens for surveillance. *Preventive Veterinary Medicine*, 81, 194-210.
- McLean R.G., Ubico S.R., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 2: Arboviruses in Birds. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 17-62.
- Mellor P., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 8: Orbivirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 119-127.
- Meredith A., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 18: Bunyavirus infections – Crimean-Congo Haemorrhagic Fever. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 247-248.
- Mespiède A., Le Potier M.-F., 2010a. Peste porcine africaine. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 165-172.
- Mespiède A., Le Potier M.-F., 2010b. Peste porcine classique. *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*. Direction Générale de l'Alimentation (Ed), 173-182.
- Meteyer C.U., Wibbelt G., 2012. Section 3: Fungal and Yeast Infections. Chapter 40: Other fungal infections - *Geomyces destructans* - White-Nose Syndrome in hibernating bats. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 473-475.
- Métrás R., Costard S., Pfeiffer D., 2009. Overview of qualitative risk assessments for the introduction and spread of HPAI virus. *International Food Policy Research Institute*, 8, 7p. http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/hpairb08_0.pdf Pages consultées le 24 Novembre 2014.
- Mikryukova T.P., Moskvitina N.S.I, Kononova Y.V., Korobitsyn I.G., Kartashov M.Y., Tyuten'kov O.Y. *et al.*, 2013. Surveillance of tick-borne encephalitis virus in wild birds and ticks in Tomsk city and its suburbs (Western Siberia). *Ticks and Tick-borne Diseases*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2013.10.004>

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Island Press, Washington, DC, 155p.
- Millerioux M., Dejean T., Miaud C., Artois M., 2012. Les infections à Ranavirus chez les amphibiens. *Bulletin de la Société d'Herpétologie de France*, 141, 23-46.
- Moennig V., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 10: Pestivirus infections – Classical swine fever. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 157-167.
- Molina-Lopez R.A., Casal J., Darwich L., 2011. Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: a long term retrospective study. *PLoS ONE* 6(9): e24603. doi:10.1371/journal.pone.0024603.
- Morand S., Moutou F., Richomme C., 2014. Faune sauvage, biodiversité et santé, quels défis ? Enjeux Sciences, Editions Quae, Versailles, 189p.
- Morgan M.G., Florig H.K., DeKay M.L., Fischbeck P., 2000. Categorizing risks for risk ranking. *Risk Analysis*, 20(1), 49-58.
- Morgenstern R.D., Shih J-S., Sessions S.L., 2000. Comparative risk assessment: an international comparison of methodologies and results. *Journal of Hazardous Materials*, 78, 19-39.
- Mörner T., 2007. Section 2: Bacterial Diseases. Chapter 19: Tularemia. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 352-359.
- Mörner T., Obendorf D.L., Artois M., Woodford M.H., 2002. Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 21(1), 67-76.
- Mourits M.C.M., Van Asseldonk M.A.P.M., Huirne R.B.M., 2010. Multi criteria decision making to evaluate control strategies of contagious animal diseases. *Preventive Veterinary Medicine*, 96, 201-210.
- Moutou F., Dufour B., Ivanov Y., 2001. A qualitative assessment of the risk of introducing foot and mouth disease into Russia and Europe from Georgia, Armenia and Azerbaijan, *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 20(3), 723-730.
- Murgue B., Murri S., Zientara S., Durand B., Durand J.-P., Zeller H., 2001. West Nile outbreak in horses in Southern France, 2000: the return after 35 years. *Emerging Infectious Diseases*, 7(4), 692-696.
- Najdenski H., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 21: Yersinia infections – Yersinia pseudotuberculosis and Yersinia enterocolitica. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 293-298.

- Neimanis A., Speck S., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 36: Clostridium Species and Botulism. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 417-427.
- Newman S.H., Chmura A., Converse K., Kilpatrick A.M., Patel N., Lammers E. *et al.*, 2007. Aquatic bird disease and mortality as an indicator of changing ecosystem health. *Marine Ecology Progress Series*, 352, 299-309. doi:10.3354/meps07076.
- Nicholas R.A.J., Giacometti M., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 29: Mycoplasma infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 372-380.
- Niqueux E., Guionie O., Schmitz A., Hars J., Jestin V., 2010. Presence of serum antibodies to Influenza A subtypes H5 and N1 in Swans and Ibises in French Wetlands, Irrespective of Highly Pathogenic H5N1 natural infection. *Avian Diseases*, 54, 502-208.
- OFFLU, 2011. OFFLU strategy document for surveillance and monitoring of influenzas in animals. *OFFLU network of expertise on animal influenza*, 36p. <http://www.oie.int/doc/ged/D12209.PDF> Pages consultées le 06 Décembre 2014.
- OIE, 2004. Chapter 2: Managing a risk analysis project. Handbook on Import Risk Analysis for Animals and Animals Products. Volume I. Introduction and qualitative risk analysis. *Office International des Epizooties*, Paris, 11-30.
- OIE, 2009a. Chapter 2.3.15. Turkey rhinotracheitis (avian metapneumovirus infections). *OIE Terrestrial Manual*. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.03.15_TURKEY_RHINO.pdf Pages consultées le 20 Août 2013.
- OIE, 2009b. Chapter 2.7.9. Ovine epididymitis (*Brucella ovis*). *OIE Terrestrial Manual*. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.07.09_OVINE_EPID.pdf Pages consultées le 18 Août 2013.
- OIE, 2013a. Chapitre 2.1. Analyse des risques à l'importation. *Code sanitaire pour les animaux terrestres*. Volume 1, Dispositions générales. 22^{ème} Edition, 83-89.
- OIE, 2013b. Chapitre 1.2. Critères applicables à l'inscription des maladies, des infections et des infestations listées par l'OIE. *Code sanitaire pour les animaux terrestres*. Volume 1, Dispositions générales. 22^{ème} Edition, 5-10.
- OIE, 2013c. Report of the meeting of the OIE working group on wildlife diseases Paris, 12 – 15 November 2012. *81st General Session – World Assembly, 26-31 May 2013*, 17p. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/International_Standard_Setting/docs/pdf/WGWildlife/A_WG_W_Nov2012.pdf Pages consultées le 03 Janvier 2014.
- OIE, 2013d. Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres 2013. Mise à jour du 21.06.13. <http://www.oie.int/fr/normes-internationales/manuel-terrestre/acces-en-ligne/> Pages consultées entre le 01 Août 2013 et le 31 Janvier 2014.

- OIE, 2013e. Chapitre 1.3. Maladies de la liste de l'OIE. *Code sanitaire pour les animaux aquatiques*. 16^{ème} Edition, 7-8.
- OIE, 2013f. Manuel of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2013. <http://www.oie.int/fr/normes-internationales/manuel-aquatique/acces-en-ligne/> Pages consultées le 06 Janvier 2014.
- OIE, 2014. Rapport de la réunion du groupe de travail de l'OIE sur les maladies des animaux sauvages Paris, 4-7 Novembre 2013. 82^{ème} Session Générale - Assemblée mondiale, 25-30 Mai 2014, 19p. <http://www.oie.int/doc/ged/D13457.PDF> Pages consultées le 03 Décembre 2014.
- OIE (phylum), 2010. OIE study : « Listing and categorisation of priority animal diseases, including those transmissible to humans » - Methodological manual. <http://www.oie.int/doc/ged/D10679.PDF> Pages consultées le 06 Mars 2014.
- Olsen B., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 18: *Borrelia*. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 341-351.
- Olsen B., Munster V.J., Wallensten A., Waldenström J., Osterhaus A.D.M.E., Fouchier R.A.M., 2006. Global patterns of Influenza A virus in Wild Birds. *Science*, 312, 384-388.
- OMS, 2013. Fièvres hémorragiques virales. *Organisation Mondiale de la Santé*. http://www.who.int/topics/haemorrhagic_fever_viral/fr/ Pages consultées le 05 Août 2013.
- ONCFS, 2014. Contrat d'objectifs 2012-2014. Etat/Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/pdf/contrat_objectif_ONCFS_2012_2014_TBD.pdf Pages consultées le 11 Octobre 2014.
- Pandey G.S., Inoue N., Ohshima K., Okada K., Chihaya Y., Fujimoto Y., 1990. Poxvirus infection in Nile crocodiles (*Crocodylus niloticus*). *Research in Veterinary Science*, 49, 171-176.
- Paré J.A., Robert N., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 9: Circovirus. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 194-205.
- Parton R., 1999. Review of the biology of *Bordetella pertussis*. *Biologicals*, 27, 71-76.
- Pello S.J., Olsen G.H., 2013. Emerging and reemerging diseases of avian wildlife. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice - New and Emerging Diseases*, 16, 357-381.
- Pennycott T.W., Ross H.M., McLaren I.M., Park A., Hopkins G.F., Foster G., 1998. Causes of death of wild birds of the family Fringillidae in Britain. *Veterinary Record*, 143, 155-158.
- Pfeiffer D.U., 2007. Assessment of H5N1 HPAI risk and the importance of wild birds. *Journal of Wildlife Diseases*, 43(3), Supplement 2007, S47-S50.
- PHAC, 2013. Pathogen safety data sheets and risk assessment. *Public Health Agency of Canada*. <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-eng.php> Pages consultées le 07 Août 2013.

- Picard-Meyer E., Barrat J., Tissot E., Verdot A., Patron C., Barrat M.J. *et al.*, 2006. Bat rabies surveillance in France, from 1989 through May 2005. *Journal of Developmental Biology*, 125, 283-288.
- Picard-Meyer E., Dubourg-Savage M.-J., Arthur L., Barataud M., Bécu D., Bracco S. *et al.*, 2011. Active surveillance of bat rabies in France: a 5-year study (2004-2009). *Veterinary Microbiology*, 151, 390-395.
- Pozio E., 2005. The broad spectrum of *Trichinella* hosts: from cold- to warm-blooded animals. *Veterinary Parasitology*, 132, 3-11.
- Pybus M.J., 2001. Part II: Endoparasites. Chapter 6: Liver flukes. *Parasitic diseases of wild mammals, Second Edition*. Samuel W.M., Pybus M.J., Kocan A.A. (Eds), Iowa State University Press, 121-149.
- Quist C.F., Cornish T., Wyatt R.D., 2007. Section 3: Biotoxins. Chapter 22: Mycotoxicosis. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 417-430.
- Rahman S.A., Hassan S.S., Olival K.J., Mohamed M., Chang L.-Y., Hassan L. *et al.*, 2010. Characterization of Nipah Virus from Naturally Infected *Pteropus vampyrus* Bats, Malaysia. *Emerging Infectious Diseases*, 16, 1990-1993.
- Randall N.J., Blitvich B.J., Blanchong J.A., 2012. Efficacy of wildlife rehabilitation centers in surveillance and monitoring of pathogen activity: a case study with West Nile virus. *Journal of Wildlife Diseases*, 48, 646-653.
- Rappole J.H., Derrickson S.R., Hubalek Z., 2000. Migratory birds and spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. *Emerging Infectious Diseases*, 6(4), 319-328.
- Reed K.D., Meece J.K., Henkel J.S., Shukla S.K., 2003. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile virus, Lyme diseases, Influenza A and Enteropathogens. *Clinical Medicine and Research*, 1(1), 5-12.
- Rehn M., Ringberg H., Runehagen A., Herrmann B., Olsen B., Petersson A.C. *et al.*, 2013. Unusual increase of psittacosis in southern Sweden linked to wild bird exposure, January to April 2013. *Euro Surveillance*, 18(19):pii=20478. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20478>
- Reid H.W., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 9: Flavivirus infections – Louping Ill. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 138-139.
- Reid H.W., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 1: Herpesvirus infections - Malignant catarrhal fever. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 10-13.

- Reid H.W., Weissenböck H., Erdelyi K., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 9: Flavivirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 128-145.
- Reperant L.A., Osterhaus A.D.M.E., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 15: Retrovirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 219-224.
- Reperant L.A., Osterhaus A.D.M.E., Kuiken T., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 2: Influenza virus infections - Avian influenza. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 38-53.
- Rezobecasse, 2013. Réseau bécasse. Lettre d'information n° 22 - Octobre 2013. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Fédération Nationale des Chasseurs*, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/oiseaux/limicoles/becasse_lettre_info22_octobre2013.pdf Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- Richomme C., Boadella M., Courcoul A., Durand B., Drapeau A., Corde Y. *et al.*, 2013. Exposure of wild boar to Mycobacterium tuberculosis complex in France since 2000 is consistent with the distribution of bovine tuberculosis outbreaks in cattle. *PLoS ONE* 8(10):e77842. doi:10.1371/journal.pone.0077845.
- Richman L.K., Montali R.J., 2001. Part 1. Viral and Prion Diseases. Chapter 7 Herpesvirus Infection - Elephant herpesvirus infections. *Infectious Diseases of Wild Mammals, Third Edition*. Williams E.S., Barker I.K. (Eds), Iowa State University Press, 170-172.
- Rijks J.M., Osterhaus A.D.M.E., Kuiken T., Frölich K., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 7: Morbillivirus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 99-118.
- Rist C.L., Arriola C.S., Rubin C., 2014. Prioritizing zoonoses: a proposed One Health tool for collaborative decision-making. *PLoS ONE* 9(10): e109986. doi:10.1371/journal.pone.0109986.
- Rivière J., Fediaevsky A., Hars J., Richomme C., Calavas D., Hendrikx P., 2012. Sylvatub: dispositif national de surveillance de la tuberculose bovine dans la faune sauvage. *Bulletin Epidémiologique Santé animale Alimentation*, 52, 7-8, <https://pro.anses.fr/bulletin-epidemiologique/Documents/BEP-mg-BE52.pdf> Pages consultées le 12 Octobre 2014.
- Robinson R.A., Lawson B., Toms M.P., Peck K.M., Kirkwood J.K., Chantrey J. *et al.*, 2010. Emerging infectious disease leads to rapid population declines of common British birds. *PLoS ONE* 5 (8): e12215. doi:10.1371/journal.pone.0012215.
- Rocke T.E., Bollinger T.K., 2007. Section 3: Biotoxins. Chapter 21: Avian botulism. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 377-416.
- Ross T., Sumner J., 2002. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. *International Journal of Food Microbiology*, 77, 39-53.

- Rouffaer LO, Haesebrouck F, Martel A, 2014. Extended-spectrum B-lactamase-producing *Enterobacteriaceae* isolated from feces of Falconidae, Accipitridae, and Laridae in Bird Rescue Centers in Belgium. *Journal of Wildlife Diseases*, 50(4), 957-960. doi: 10.7589/2013-08-208.
- Rouquet P., Froment J.-M., Bermejo M., Kilbourn A., Kareh W., Reed P. *et al.*, 2005. Wild Animal Mortality Monitoring and Human Ebola Outbreaks, Gabon and Republic of Congo, 2001-2003. *Emerging Infectious Diseases*, 11, 283-290.
- Ruiz-Fons F., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 1: Herpesvirus infections – Aujeszky's disease, or pseudorabies. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 4-10.
- Ruiz-Fons F., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 11: Picornavirus infections – Swine Vesicular Disease Virus. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 176-177.
- Ruiz-Fons F., 2012c. Section 1: Viral Infections. Chapter 19: Other virus infections – Porcine reproductive and respiratory syndrome. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 255-257.
- Ruiz-Fons F., 2012d. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 34: *Coxiella burnetii* infection. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 409-412.
- Sagesse M.D., Nosedá R.P., Uhart M.M., Deem S.L., Ferreyra H., Romano M.C. *et al.*, 2007. First detection of *Bacillus anthracis* in feces of free-ranging raptors from Central Argentina. *Journal of Wildlife Diseases*, 43, 136-141.
- Sainsbury A.W., Kirkwood J.K., Bennett P.M., Cunningham A.A., 2001. Status of wildlife health monitoring in the United Kingdom. *Veterinary Record*, 148, 558-563.
- Saito E.K., Sileo L., Green D.E., Meteyer C.U., McLaughlin G.S., Converse K.A. *et al.*, 2007. Raptor mortality due to West Nile virus in the United States, 2002. *Journal of Wildlife Diseases*, 43, 206-213.
- Samuel M.D., Botzler R.G., Wobeser G.A., 2007. Section 2: Bacterial and Fungal Diseases. Chapter 12: Avian cholera. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 239-269.
- Sanderson H., Johnson D.J., Reintsma T., Brain R.A, Wilson C.J., Solomon K.R., 2004. Ranking and prioritization of environmental risks of pharmaceuticals in surface waters. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 39, 158-183.
- Sharp P.M., Shaw G.M., Hahn B.H., 2005. Simian Immunodeficiency Virus Infection of Chimpanzees. *Journal of Virology*, 79, 3891-3902.

- Sheppard S.K., Dallas J.F., Strachan N.J.C., MacRae M., McCarthy N.D., Wilson D.J. *et al.*, 2009. *Campylobacter* genotyping to determine the source of human infection, *Clinical Infectious Diseases*, 48, 1072-1078.
- Siembieda J., Johnson C.K., Boyce W., Sandrock C., Cardona C., 2008. Risk for Avian influenza virus exposure at human-wildlife interface. *Emerging Infectious Diseases*, 14(7), 1151-1153.
- Siembieda J.L., Miller W.A., Byrne B.A., Ziccardi M.H., Anderson N., Chouicha N. *et al.*, 2011. Zoonotic pathogens isolated from wild animals and environmental samples at two California wildlife hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(6), 773-783.
- Simpson V.R., 2002. Wild animals as reservoirs of infectious diseases in the UK. *The Veterinary Journal*, 163, 128-146.
- Sleeman J.M., 2008. Use of Wildlife Rehabilitation Centres as monitors of ecosystem health. In: Fowler ME, Miller RE, eds. *Zoo and Wild Animal Medicine*, 97-104.
- Smits J.E.G., Fernie K.J., 2013. Avian wildlife as sentinels of ecosystem health. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36(3), 333-342. doi: 10.1016/j.cimid.2012.11.007.
- Speck S., 2012a. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 21: Yersinia infections – Bubonic plague. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 298-301.
- Speck S., 2012b. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 30: Escherichia infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 381-385.
- Speck S., 2012c. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 32: Campylobacter infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 398-401.
- Speck S., Duff J.P., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 26: Chlamydiaceae infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 336-344.
- Stallknecht D.E., Nagy E., Hunter B., Slemons R.D., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 5: Avian Influenza. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 108-130.
- Stärk K.D.C., Regula G., Hernandez J., Knopf L., Fuchs K., Morris R.S. *et al.*, 2006. Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches. *BMC Health Services Research*, 6(20), doi:10.1186/1472-6963-6-20.
- Steinmetz H.W., Bakonyi T., Weissenböck H., Hatt J.-M., Eulenberger U., Robert N. *et al.*, 2011. Emergence and establishment of Usutu virus infection in wild and captive avian species in and

- around Zurich, Switzerland – Genomic and pathologic comparison to other central European outbreaks. *Veterinary Microbiology*, 148, 207-212.
- Tavecchia G., Pradel R., Gossmann F., Bastat C., Ferrand Y., Lebreton J.-D., 2002. Temporal variation in annual survival probability of the Eurasian woodcock *Scolopax rusticola* wintering in France. *Wildlife Biology*, 8(1), 21-30.
- Tavernier P., Dewulf J., Roelandt S., Roels S., 2011. Widltool, a flexible, first-line risk assessment system for wildlife-borne pathogens. *European Journal of Wildlife Research*, doi:10.1007/s10344-011-0520-3.
- Temple H.J., Terry A., 2009. European mammals: Red List status, trends, and conservation priorities. *Folia Zoologica*, 58(3), 248-269.
- Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T., 2007. *Infectious diseases of wild birds*. Blackwell Publishing, 1st Edition, 484p.
- Tizard I., 2004. Salmonellosis in wild birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 13(2), 50-66.
- Todd D., Gortázar C., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 4: Circovirus Infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 67-72.
- Tolon V., 2013. Mécanismes et patrons de distribution des macreuses en Europe, en France et en Basse Normandie : liens avec le climat, les ressources benthiques et la mytiliculture. *Rapport Agence des aires marines protégées, Programme d'acquisition de connaissances sur les oiseaux et les mammifères marins en France métropolitaine 2011-2014*, 35p, ftp://ftpaamp.aires-marines.fr/PACOMM/Volet5_ProjetsLocaux/Rapport/EtudeMacreuseNoire_VincentTolon.pdf Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- Toma B., Bénet J.-J., Dufour B., Eloit M., Moutou F., Sanaa M., 1991. Glossaire d'épidémiologie animale. *Le Point Vétérinaire*, Maisons-Alfort, 365p.
- Tomuzia K., Menrath A., Frentzel H., Filter M., Weiser A.A., Bräunig J. *et al.*, 2013. Developments of a comparative risk ranking system for agents posing a bioterrorism threat to human or animal populations. *Biosecurity and Bioterrorism: Biodefense strategy, Practice, and Science*, 11, Suppl. 1, doi:10.1089/bsp.2012.0070.
- Tsiodras S., Kelesidis T., Kelesidis I., Bauchinger U., Falagas M.E., 2008. Human infections associated with wild birds. *Journal of Infection*, 56, 83-98.
- Umhang G., Richomme C., Boué F., 2014. Surveillance d'Echinococcus spp. en France : la faune sauvage sentinelle. *Bulletin Epidémiologique Santé animale Alimentation*, 61, 2-4, <https://pro.anses.fr/bulletin-epidemiologique/Documents/BEP-mg-BE61.pdf> Pages consultées le 12 Octobre 2014.

- Valiakos G., Touloudi A., Athanasiou L.V., Giannakopoulos A., Iacovakis C., Birtsas P. *et al.*, 2012. Serological and molecular investigation into the role of wild birds in the epidemiology of West Nile virus in Greece, *Virology Journal*, 9:266. doi:10.1186/1743-422X-9-266.
- Van Riper C., Forrester D.J., 2007. Section 1: Viral Diseases. Chapter 6: Avian Pox. In: *Infectious Diseases of Wild Birds*. Thomas N.J., Hunter D.B., Atkinson C.T. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 131-176.
- Vazquez A., Jimenez-Clavero M.A., Franco L., Donoso-Mantke O., Sambri V., Niedrig M. *et al.*, 2011. Usutu virus - potential risk of human disease in Europe. *Eurosurveillance*, 16(31):pii=19935. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19935>
- Vuong H.B., Canham C.D., Fonseca D.M., Brisson D., Morin P.J., Smouse P.E. *et al.*, 2014. Occurrence and transmission efficiencies of *Borrelia burgdorferi ospC* types in avian and mammalian wildlife. *Infection, Genetics and Evolution*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.meegid.2013.12.011>
- Wallensten A, Fredlund H, Runehagen A, 2014. Multiple human-to-human transmission from a severe case of psittacosis, Sweden, January-February 2013. *Euro Surveillance*, 19(42):pii=20937.
- Walshe T., Burgman M., 2010. A Framework for assessing and managing risks posed by emerging diseases. *Risk Analysis*, 30(2), 236-249.
- Weissenböck H., 2012a. Section 1: Viral Infections. Chapter 9: Flavivirus Infections – Other flavivirus. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 142-145.
- Weissenböck H., 2012b. Section 1: Viral Infections. Chapter 19: Other virus infections – Borna disease. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 251-252.
- Weissenböck H., 2012c. Section 1: Viral Infections. Chapter 19: Other virus infections – Alphavirus. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 257-258.
- Weissenböck H., 2012d. Section 1: Viral Infections. Chapter 9: Flavivirus Infections - Tick-borne encephalitis. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 139-142.
- Weissenböck H., Kolodziejek J., Url A., Lussy H., Rebel-Bauder B., Nowotny N., 2002. Emergence of Usutu virus, an African Mosquito-Borne Flavivirus of the Japanese Encephalitis Virus Group, Central Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 8, 652-656.
- Whittington J.K., 2011. Public health concerns associated with care of free-living birds. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 14, 491-505.
- Widen F., Das Neves C.G., Ruiz-Fons F., Reid H.W., Kuiken T., Gavier-Widen D. *et al.*, 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 1: Herpesvirus infections. In: *Infectious diseases of wild*

- mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 3-36.
- Widen F., Meredith A., Weissenböck H., Ruiz-Fons F., Duff J.P., 2012. Section 1: Viral Infections. Chapter 19: Other virus infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 249-261.
- Wieland B., Dhollander S., Salman M., Koenen F., 2011. Qualitative risk assessment in a data-scarce environment: a model to assess the impact of control measures of African Swine fever. *Preventive Veterinary Medicine*, 99, 4-14, doi:10.1016/j.prevetmed.2011.01.001.
- Wilcox B.A., Aguirre A.A., Daszak P., Horwitz P., Martens P., Parkes M. *et al.*, 2004. Ecohealth: a transdisciplinary imperative for a sustainable future. *EcoHealth*, 1, 3-5. doi:10.1007/s10393-004-0014-9.
- Williams E.S., Yuill T., Artois M., Fischer J., Haigh S.A., 2002. Emerging infectious diseases in wildlife. *Revue scientifique et technique de l'Office international des Epizooties*, 21(1), 139-157.
- Wilson D.E., Reeder D.M. (Editors), 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd Ed)*, Johns Hopkins University Press, 2142p.
- Wobeser G., Leighton F.A., Norman R., Myers D.J., Onderka D., Pybus M.J. *et al.*, 1993. Newcastle disease in wild water birds in western Canada, 1990. *The Canadian Veterinary Journal*, 34, 353-359.
- Woolhouse M.E.J., 2002. Population biology of emerging and re-emerging pathogens. *Trends in Microbiology*, 10(10) (Suppl.), S3-S7.
- World Health Organization (WHO), 2006. Setting priorities in communicable disease surveillance. http://www.who.int/csr/resources/publications/surveillance/WHO_CDS_EPR_LYO_2006_3.pdf
Pages consultées le 06 Mars 2014.
- Ytrehus B., Vikoren T., 2012. Section 2: Bacterial Infections. Chapter 27: Borrelia infections. In: *Infectious diseases of wild mammals and birds in Europe*. Gavier-Widen D., Duff J.P., Meredith A. (Eds), Blackwell Publishing, 1st Edition, 345-362.
- Zepeda C., 2007. Highly pathogenic avian influenza in domestic poultry and wild birds: a risk analysis framework. *Journal of Wildlife Diseases*, 43(3), Supplement 2007, S51-S54.
- Zepeda Sein C., 1998. Méthodes d'évaluation des risques zoonosaires lors des échanges internationaux. In Séminaire sur la sécurité zoonosaire des échanges dans les Caraïbes, 9-11 Décembre 1997, Port of Spain (Trinidad et Tobago). *Office International des Epizooties*, Paris, 2-17.
- Zuckerman A.J., Banatvala J.E., Griffiths P., Schoub B., Mortimer P., 2009. *Principles and Practice of Clinical Virology, 6th Edition*. Blackwell Publishing, 1042p.

Autres ressources consultées

AA, 2014. Alerte amphibien. <http://www.alerteamphibien.fr/> Pages consultées le 26 Octobre 2014.

ACE, 2014. Wildlife Care and Rehabilitation. *African Conservation Experience*, <http://www.conservationafrica.net/projects/rehabilitation> Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Afssa, 2005. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relative à l'évaluation du risque d'introduction par l'avifaune de virus *Influenza* hautement pathogènes et à l'évaluation de certains dispositifs de protection des élevages aviaires. *Saisine n°2005-SA-0258*, 4p.

AMF, 2014. Quelles règles de majorité pour définir l'intérêt communautaire ? *Association des maires de France*, http://www.amf.asso.fr/document_recherche/document.asp?doc_n_id=6867 Pages consultées le 15 Octobre 2014.

Anses, 2014. Laboratoire de la rage et de la faune sauvage de Nancy. *Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*, <https://www.anses.fr/fr/content/laboratoire-de-la-rage-et-de-la-faune-sauvage-de-nancy> Pages consultées le 12 Octobre 2014.

APHAEA, 2014. Harmonised Approaches in monitoring wildlife Population health, And Ecology and Abundance, <http://www.aphaea.org/> Pages consultées le 08 Novembre 2014.

APITMW, 2013. Wildlife Health and Conservation - Current research. Trichomonas in Snakes. *Camden campus. Faculty of Veterinary Science. The University of Sydney*. Assoc Prof Imke Tammen and Marie Wildridge at the Faculty of Veterinary Science (Ed) http://sydney.edu.au/vetscience/news/documents/Camden_Brochure_Final-2013.pdf Pages consultées le 08 Janvier 2014.

Arrêté du 26 Juin 1987 fixant la liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée. **NOR** : ENVN8700064A. Version consolidée au 3 Mars 1995. *Journal Officiel de la République Française*, <http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000296288&dateTexte=vig> Pages consultées le 30 Septembre 2014.

Arrêté du 11 Septembre 1992 relatif aux règles générales de fonctionnement et aux caractéristiques des installations des établissements qui pratiquent des soins sur les animaux de la faune sauvage. **NOR** : ENVN9250300A. *Journal Officiel de la République Française*, n°219 du 20 Septembre 1992, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000541669&dateTexte=> Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Arrêté du 21 Novembre 1997 définissant deux catégories d'établissements, autres que les établissements d'élevage, de vente et de transit des espèces de gibier dont la chasse est autorisée, détenant des animaux d'espèces non domestiques. **NOR** : ATEN9870000A. *Journal Officiel de la République Française*, n°30 du 5 Février 1998, http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=BFB8B4A878F2FEC9404D33AB04F264D9.tpdjo03v_2?cidTexte=JORFTEXT000000387290&categorieLien=id Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Arrêté du 12 Décembre 2000 fixant les diplômes et les conditions d'expérience professionnelle requis par l'article R.213-4 du code rural pour la délivrance du certificat de capacité pour l'entretien d'animaux d'espèces non domestiques. **NOR** : ATEN0090478A. *Journal Officiel de la République Française*, n°36 du 11 Février 2001, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JOR>

FTEXT000000587228&fastPos=1&fastReqId=1020589170&categorieLien=id&oldAction=rech
Texte Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Arrêté n° 2006132-1 du 12 Mai 2006 fixant les modalités de destruction de spécimens, de nids et d'œufs de l'espèce Goéland leucophée (*Larus cachinnans*). *Préfecture des Bouches-du-Rhone - Recueil des actes administratifs*, n°2006-34 du 18 Mai 2006, 70-71.

Arrêté du 11 Août 2006 fixant la liste des espèces, races et variétés d'animaux domestiques. NOR : DEVN0650509A. *Journal officiel de la République Française*, n°233 du 07 Octobre 2003, <http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2006/8/11/DEVN0650509A/jo/texte> Pages consultées le 08 Décembre 2014.

Arrêté du 29 Octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. NOR : DEVN0914202A. *Journal Officiel de la République Française*, n°282 du 5 Décembre 2009, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021384277&dateTexte=&categorieLien=id> Pages consultées le 30 Septembre 2014.

Arrêté n° 10-1960 du 20 Juillet 2010 autorisant la destruction et le baguage de goélands argentés et leucophées. *Préfecture de la Charente Maritime - Recueil des actes administratifs*, n° 5981 du 26 Juillet 2010, 8853-8854.

Arrêté du 2 Août 2012 pris pour l'application de l'article R. 427-6 du code de l'environnement et fixant la liste, les périodes et les modalités de destruction des espèces d'animaux classées nuisibles. NOR : DEVL1227528A. *Journal Officiel de la République Française*, n°191 du 18 Août 2012, 17 p.

Arrêté n°2012233-03 du 20 Août 2012 portant modalités de régulation des populations de grands cormorans sur les piscicultures et les eaux périphériques (hivernage 2012-2013).*Préfecture de la Creuse – Recueil des actes administratifs*, n°18 du 03 Septembre 2012, http://www.creuse.gouv.fr/content/download/3173/19851/file/Aout%2014_31.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales. *Journal Officiel de la République Française*, N°187, pp 112-117.

Arrêté du 16 Août 2013 fixant les quotas départementaux dans les limites desquelles des dérogations aux interdictions de destruction peuvent être accordées par les préfets concernant les grands cormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) pour la période 2013-2014. NOR : DEVL1321247A. *Journal Officiel de la République Française*, n°294 du 22 Août 2013, http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/file/JO/jo220813_20_phalacrocorax_carbo_sinensis_quota_destruction_2013_2014.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.

Arrêté 2014-DDT-SERAF-UFC n°20 du 17 Mars 2014 autorisant la destruction d'oiseaux de type Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*) sur les sites de nidification. *Préfecture de la Moselle – Recueil des actes administratifs*, n°36 du 24 Mars 2014, http://mc.moselle.gouv.fr/data/doc-275/20140324/182993_1.pdf Pages consultées le 02 Octobre 2014.

Articles L252-1 à 252-5. Chapitre II : les Groupements de défense contre les organismes nuisibles. *Code Rural*, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idArticle=LEGIARTI000006582984&idSectionTA=LEGISCTA000006152416&cidTexte=LEGITEXT000006071367&dateTexte=20080305> Pages consultées le 03 Octobre 2014.

Articles L411-1 et 411-2. Section 1 : Préservation du patrimoine naturel. *Code de l'Environnement*, http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=C116EC0536AE75C0E3B23097A4271E8B.tpdjo05v_3?idSectionTA=LEGISCTA000022495753&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20140930 Pages consultées le 30 Septembre 2014.

Articles R413-2 à 413-23. Chapitre III : Etablissements détenant des animaux d'espèces non domestiques. *Code de l'Environnement*, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idSectionTA=LEGISCTA000006159397&cidTexte=LEGITEXT000006074220&dateTexte=20060607> Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Article R427-6 modifié par Décret n°2012-402 du 23 Mars 2012-art.3. Sous-section 1 : Classement des animaux nuisibles. *Code de l'Environnement*, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000025581204&cidTexte=LEGITEXT000006074220> Pages consultées le 03 Octobre 2014.

BirdLife International, 2014c. BirdLife Taxonomic Checklist v 7.0 (current version). Data Zone. *BirdLife International*, <http://www.birdlife.org/datazone/info/taxonomy> Pages consultées le 01 Août 2014.

Calavas D., 2013. Plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale. http://www.plateforme-esa.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=97 Page consultée le 10 Décembre 2014.

CCWHC, 2014. Programme national de surveillance des maladies de la faune du Canada. *Canadian Cooperative Wildlife Health Center*, http://www.ccwhc.ca/cdw_background.php Pages consultées le 27 Octobre 2014.

CEBC, 2014. Thématique du laboratoire : changements globaux, gestion durable des ressources naturelles et conservation de la biodiversité. *Centre d'Etudes Biologiques de Chizé*, <http://www.cebc.cnrs.fr/Frecherche/thematique.htm> Pages consultées le 04 Octobre 2014.

CEFE, 2014. Historique du CEFE. *Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive*, <http://www.cefe.cnrs.fr/historique-du-cefe/bienvenue-au-cefe> Pages consultées le 04 Octobre 2014.

CIRAD, 2009. Surveillance West-Nile. Le portail de la surveillance de la fièvre de West-Nile en France. *Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement*, <http://west-nile.cirad.fr/surveillance> Pages consultées le 22 Septembre 2014.

Cizel O., 2010. Guide juridique, Pôle-relais Lagunes, Chapitre 2 Connaissance des zones humides. *Protection et gestion des espaces humides et aquatiques*, Agence de l'eau, 63p. http://www.pole-lagunes.org/ftp/web/2010/fevrier/guide_juridique/chapitres/2_Chapitre_02_Connaissance_des_zones_humides.pdf

- CNA, 2014. Oiseaux et lignes électriques. Le Comité National Avifaune. *LPO Mission Rapaces*, <http://rapaces.lpo.fr/cna-oiseaux-et-lignes-electriques/le-comite-national-avifaune> Pages consultées le 05 Octobre 2014.
- CNERA AM, 2014. CNERA Avifaune migratrice : les projets en cours. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, <http://www.oncfs.gouv.fr/CNERA-Avifaune-migratrice-ru89> Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- CNERA FM, 2014. CNERA Faune de Montagne : les projets en cours. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, <http://www.oncfs.gouv.fr/CNERA-Faune-de-montagne-ru91/CNERA-FM-les-projets-en-cours-ar692> Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- CNERA PFSP, 2014. Les études du CNERA Petite Faune Sédentaire de Plaine. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, <http://www.oncfs.gouv.fr/CNERA-Petite-faune-sedentaire-de-plaine-ru92/Les-etudes-du-C-N-E-R-A-Petite-Faune-Sedentaire-de-Plaine-ar480> Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- CNPN, 2014. Présentation du Conseil National de Protection de la Nature. *Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie*, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-du-Conseil-National.html> Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- CRBPO, 2014. Présentation du CRBPO. *Centre de recherche sur la biologie des populations d'oiseaux. Muséum National d'Histoire Naturelle*, <http://crbpo.mnhn.fr/spip.php?rubrique2&lang=fr> Pages consultées le 28 Septembre 2014.
- Decazes F., 2010. Les vétérinaires sont un appui scientifique et technique pour les élus locaux. *La Semaine Vétérinaire*, n°1425 du 12/11/2010.
- Décret n° 2013-118 du 1^{er} Février 2013 relatif à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. NOR : AGRG1231951D. *Journal Officiel de la République Française du 7 Février 2013*, http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/decret_1er_fevrier_2013_protection_Ax_EA_cle0e2e69.pdf Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- DEFRA, 2006. Risk assessment: avian influenza in public parks/parkland and open waters due to wild bird exposure. *Department for Environment Food and Rural Affairs*, 10p., http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140714084352/http://www.hpa.org.uk/webc/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947362266 Pages consultées le 20 Avril 2014.
- DEFRA, 2010. Archive: Veterinary surveillance: prioritisation project. *Department for Environment Food and Rural Affairs*, <http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/farmanimal/diseases/vetsurveillance/strategy/programme/prioritisation.htm> Pages consultées le 11 Mars 2014.
- Del Rio Vilas V., 2014. Workshop "Prioritisation: principles and applications in health settings". *2nd International Conference on Animal Health Surveillance*, 6th of May 2014, La Havana - Cuba.
- DGAL, 2014. Influenza aviaire. Point d'information au 27 Novembre 2014. *Direction Générale de l'Alimentation*, http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Actualisation_fiche_influenza_aviaire_141126_V2-2_cle839b63.pdf Pages consultées le 02 Décembre 2014.

Directive 2003/99/CE du Parlement Européen et du Conseil du 17 Novembre 2003 sur la surveillance des zoonoses et des agents zoonotiques, modifiant la décision 90/424/CEE du Conseil et abrogeant la directive 92/117/CEE du Conseil. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, L 325, 31-40.

Directive 2010/63/UE du parlement européen et du conseil du 22 septembre 2010 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 276, 33-79, http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Directive_2010_63_du_22_09_2010_cle4585ce.pdf Pages consultées le 30 Septembre 2014.

Droit finances, 2014. AGO et AGE : seuils de majorité et décisions. *Droit-finances.net*, <http://droit-finances.commentcamarche.net/contents/1191-ago-et-age-seuils-de-majorite-et-decisions> Pages consultées le 15 Octobre 2014.

EARS, 2014. Rescue centres and sanctuaries. *European Alliance of Rescue Centres and Sanctuaries*, <http://ears-eu.org/rescue-centres-and-sanctuaries/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.

EBCC, 2014. How does EBCC operate? *European Bird Census Council*. <http://www.ebcc.info/who.html> Pages consultées le 09 Juillet 2014.

ECDC, 2011. Review of the epidemiological situation of West-Nile virus infection in the European Union. Update 19 September 2011. Rapid risk assessment. *European Centre for Disease Prevention and Control*, 9p.

ELIZ, 2014. Entente de lutte interdépartementale contre les zoonoses, http://www.e-l-i-z.com/home/?page_id=14 Pages consultées le 11 Octobre 2014.

EWHS, 2014. Wildlife Health Information System. *Wildlife Health Australia*, <https://www.wildlifehealthaustralia.com.au/ProgramsProjects/eWHISWildlifeHealthInformationSystem.aspx> Pages consultées le 27 Octobre 2014.

FDGDON, 2014. Nos missions. *Fédération départementale des groupements de défense contre les organismes nuisibles – Loire-Atlantique*, http://www.fdgdon44.fr/qui_sommes_nous.aspx Pages consultées le 03 Octobre 2014.

FLA, 2014. Site collaboratif Faune Loire-Atlantique. *Ligue de Protection des Oiseaux*, http://www.faune-loire-atlantique.org/index.php?m_id=1 Pages consultées le 29 Septembre 2014.

FNC, 2014. Le réseau cynégétique. *Fédération Nationale des Chasseurs*, <http://www.chasseurdefrance.com/Decouvrir-la-chasse/Le-reseau-cyनेgetique.html> Pages consultées le 01 Octobre 2014.

George J.C., 2011. Ecosystème. Biocénose. Les routes migratoires passent par la France. *Maladies liées à la morsure des tiques en France*, <http://lymeaware.free.fr/lyme/Websave/maladiesatiques/www.maladies-a-tiques.com/Ecosysteme.htm> Pages consultées le 10 Décembre 2014.

- Gourlay P., 2013. Place des réseaux naturalistes et des centres de réhabilitation dans la surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage. Communication orale. 5^{ème} *Rencontres Naturalistes Régionales*, Le Landreau, 24 Novembre 2013.
- GWH, 2014. Disease factsheets. Birds. *Garden Wildlife Health*, <http://www.gardenwildlifehealth.org/disease-factsheets/> Pages consultées le 29 Septembre 2014.
- HFDS, 2014. House Finch Disease Survey. *Cornell Lab of Ornithology*, <http://www.birds.cornell.edu/hofi/abtdisease.html> Pages consultées le 29 Septembre 2014.
- IBMA, 2014. Expériences de gestion. Invasions biologiques en milieux aquatiques. *Onema/IUCN*, <http://www.gt-ibma.eu/fiches-exemples/faune/> Pages consultées le 02 Octobre 2014.
- IOC, 2014. IOC World Bird List version 4.2. International Ornithologists' Union. <http://www.worldbirdnames.org/ioc-lists/master-list-2/> Pages consultées le 01 Juin 2014.
- Jeanney M., 2007. Réseau faune sauvage : les premières données. *La Dépêche Vétérinaire*, n°940 du 21/04/2007.
- Jeanney M., 2012. Soins à la faune sauvage : les vétérinaires dispensent sans compter. *La Dépêche Vétérinaire*, n°1184 du 19 Octobre 2012.
- Kalaweit, 2014. Gibbon conservation center. *Kalaweit*, <http://www.kalaweit.org/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- Lafon M., 2012. RFVPFS : faire valoir les actions de la profession vétérinaire. *La Dépêche Vétérinaire*, n°1184 du 19 Octobre 2012.
- Lambert O., 2013. Centre Vétérinaire de la Faune Sauvage et des Ecosystèmes des Pays de la Loire – Rapport d'activités 2012, http://www.oniris-nantes.fr/fileadmin/redaction/CVFSE/rapport_activites_CVFSE_2012.pdf Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- Lepiller Q., 2012. Arbovirus et arboviroses. Cours du DIU Pathologie Tropicale. Laboratoire de Virologie HUS, Université de Strasbourg. http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEMQFjAE&url=http%3A%2F%2Fudsmed.u-strasbg.fr%2Femed%2Fmain%2Fdocument%2Fdocument.php%3FcidReq%3DDUPATHOTROPIC%26action%3Ddownload%26id%3D%252FArbovirus_arboviroses.pdf&ei=k-5dVL6tF8rVatOrgsAF&usg=AFQjCNEWfGxLoZdT_N8eXf1QgUyNIXy0Mw
- LIENS, 2014. Littoral ENvironnement et Sociétés (LIENSs) - UMR7266, Objectifs scientifiques. *Université de la Rochelle*, <http://lienss.univ-larochelle.fr/Objectifs-scientifiques-1081> Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- Loi n°65-557 du 10 Juillet 1965 : article 26, modifié par Loi n°2014-336 du 24 Mars 2014 - art.59 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do?idArticle=LEGIARTI000022493553&cidTexte=LEGITEXT000006068256> Pages consultées le 15 Octobre 2014.

- LPO, 2014a. LPO Mission Rapaces, <http://rapaces.lpo.fr/> Pages consultées le 05 Octobre 2014.
- LPO, 2014b. Centres de sauvegarde LPO, <https://www.lpo.fr/oiseaux-en-detresse/centres-de-sauvegarde> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- MMS, 2014. Laboratoire Mer Molécules Santé MMS (EA 2160). Connaissance et valorisation de la diversité des écosystèmes marins côtiers et estuariens. *Université de Nantes*, http://www.mms.univ-nantes.fr/00359458/0/fiche___pagelibre/ Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- Neveux M., 2007. Le réseau des praticiens pour la faune sauvage multiplie les initiatives. *La Semaine Vétérinaire*, n°1272 du 02/06/2007.
- Note de service DGAL/SDSPA/N2013-8095 du 6 Juin 2013 relative à la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques dans le cas particulier des procédures réalisées sur des animaux d'espèces de la faune sauvage non tenus en captivité (articles R.214-87 à R.214-137 du code rural et de la pêche maritime). *Bulletin Officiel n°23 du 07 Juin 2013*, http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20138095IZ_cle0bfaba.pdf Pages consultées le 30 Septembre 2014.
- NWHC, 2014. About the National Wildlife Health Center. *U.S. Geological Survey*, http://www.nwhc.usgs.gov/information_desk/ Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- NWRA, 2014. What is Wildlife Rehabilitation ? *National Wildlife Rehabilitators Association*, <http://www.nrawildlife.org/content/what-wildlife-rehabilitation> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- Oiseaux.net, 2014. Les oiseaux d'Europe. Classement systématique des 953 espèces résidentes ou de passage. <http://www.oiseaux.net/oiseaux/famille.europe.html> Pages consultées le 01 Juin 2014.
- OVF, 2006. Risk assessment concerning the introduction of avian influenza into captive bird stocks in Switzerland. *Office vétérinaire fédéral*, RA39_05.09.27, 4p.
- OWCN, 2014. Oiled Wildlife Care Network, *University of California Davis*, <http://www.vetmed.ucdavis.edu/owcn/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- Patel K., Lopez M., Roberts H., Sabirovic M., 2009. West Nile Virus: Potential risk factors and the likelihood for the introduction of the disease into the United Kingdom. *International Animal Health, Department for Environment Food and Rural Affairs*, 34p., <http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/farmanimal/diseases/monitoring/documents/qra-wnv-090210.pdf> Pages consultées le 24 Novembre 2014.
- Péricard J.-M., Joncour G., Jallu F., Cavignaux R., Vilagines L., Ruger Guiraud C. *et al.*, 2008. Accueil et soins des animaux sauvages : guide du vétérinaire (1^{ère} partie). *La Dépêche Technique*, 109, 39p.
- Péron C., Authier M., Grémillet D., 2014. Projet : habitats maritimes des puffins de France métropolitaine : approche par balises et analyses isotopiques, *Centre d'Ecologie Fonctionnelle et*

- Evolutive - UMR5175, Département Ecologie Evolutive*, <http://www.cefe.cnrs.fr/ecologie-spatiale-des-populations/habitats-marins-des-puffins> Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- PNA, 2014. Plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées. Objectifs et exemples d'actions. *Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie*, http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/PNA-Objectifs_exemples_brochure.pdf Pages consultées le 05 Octobre 2014.
- RFVPFS, 2010. Propositions des vétérinaires praticiens pour la surveillance sanitaire et les soins de la faune sauvage. *Etats généraux du sanitaire, sous-groupe Faune sauvage*, <http://www.pyrenees-pireneus.com/Faune/Sanitaire/ECopathologie/Proposition-veterinaires-praticiens-pour-surveillance-sanitaire-soins-faune-sauvage.pdf> Pages consultées le 28 Septembre 2014.
- RNE, 2013. Réseau national d'échouage. <http://crmm.univ-lr.fr/index.php/fr/echouages/reseau-national-echouage> Pages consultées le 26 Octobre 2014.
- RNR, 2014. 6^{ème} Rencontres Naturalistes Régionales des Pays de la Loire. *Coordination LPO Pays de la Loire*, <http://paysdelaloire.lpo.fr/manifestations/rencontres-naturalistes-regionales/19-rencontres-naturalistes-regionales-2014> Pages consultées le 11 Octobre 2014.
- RSPCA, 2014. Wildlife rehabilitation. *Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals*, <http://www.rspca.org.uk/whatwedo/rehabilitation/wildliferehabilitation> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- SAF, 2014. Oiled Wildlife Response. *Sea Alarm Foundation*, <http://www.sea-alarm.org/about-sea-alarm/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- SAGIR, 2014. Réseau SAGIR. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, <http://www.oncfs.gouv.fr/Reseau-SAGIR-ru105> Pages consultées le 11 Octobre 2014.
- SFEPM, 2014. Les objectifs de l'association. *Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères*, <http://www.sfepm.org/association.htm#objectifs> Pages consultées le 26 Octobre 2014.
- SPOL, 2014. Programme SPOL. *Centre de recherche sur la biologie des populations d'oiseaux. Muséum National d'Histoire Naturelle*, <http://crbpo.mnhn.fr/spip.php?article40&lang=fr> Pages consultées le 01 Octobre 2014.
- STOC, 2014. Programme STOC-Capture. *Centre de recherche sur la biologie des populations d'oiseaux. Muséum National d'Histoire Naturelle*, http://crbpo.mnhn.fr/spip.php?article41&lang=fr#outil_sommaire_1 Pages consultées le 01 Octobre 2014.
- Sylbatub, 2014. Présentation du dispositif Sylvatub. *Plateforme Epidémiosurveillance santé animale. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail*, http://www.pplateforme-esa.fr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=39&Itemid=90 Pages consultées le 12 Octobre 2014.

- Tasikoki, 2014. Tasikoki Wildlife Rescue Centre, <http://www.tasikoki.org/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- TDV, 2014. Notre programme. *Tour du Valat, Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes*, http://www.tourduvalat.org/fr/notre_programme Pages consultées le 04 Octobre 2014.
- UFCS, 2014. Union Française des Centres de Sauvegarde de la faune sauvage, <http://uncs.chez.com/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.
- USF, 2014. Problématiques d'études et recherches de l'équipe : Unité sanitaire de la faune. *Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*, <http://www.oncfs.gouv.fr/Unite-sanitaire-de-la-faune-ru469/Epidemiosurveillance-de-la-faune-sauvage-ar1018> Pages consultées le 11 Octobre 2014.
- Vigienature, 2014. Le programme de Vigie-Nature. Un réseau de citoyens qui fait avancer la science. *Muséum National d'Histoire Naturelle*, <http://vigienature.mnhn.fr/page/le-programme-de-vigie-nature> Pages consultées le 29 Septembre 2014.
- Vie publique, 2014. Découverte des institutions. Approfondissements. Le vote à majorité qualifiée au sein du Conseil de l'Union européenne. *Vie publique*, <http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/union-europeenne/approfondissements/vote-majorite-qualifiee-au-sein-du-conseil-union-europeenne.html> Pages consultées le 15 Octobre 2014.
- WAHID, 2014a. Fréquence des maladies de la liste de l'OIE entre 2005 et 2014 par pays membres de l'OIE. http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Diseasetimelines Pages consultées du 02 Avril au 01 Décembre 2014.
- WAHID, 2014b. Interface de la base de données mondiale d'informations sanitaires (WAHID). *Organisation mondiale de la santé animale*. http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Wahidhome/Home/index/newlang/fr Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- WAHIS-Wild, 2014. Système mondial de suivi des maladies des animaux sauvages de l'OIE, *Organisation mondiale de la santé animale*, http://www.oie.int/wahis_2/public/wahidwild.php/Index Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- WDA, 2014. WDA history. *Wildlife Disease Association*, <http://www.wildlifedisease.org/wda/ABOU-TWDA/WDAHHistory.aspx> Pages consultées le 05 Décembre 2014.
- WDSP, 2014. Quaterly Report : First Quater, *GB Wildlife Disease Surveillance Partnership*, 16.1, 11p., https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/378335/pub-survrep-w0114.pdf Pages consultées le 10 Décembre 2014.
- WHA, 2014. Programs and projects. *Wildlife Health Australia*. <https://www.wildlifehealthaustralia.com.au/ProgramsProjects.aspx> Pages consultées le 27 Octobre 2014.
- WHO, 2014. Zoonotic flu: Influenza viruses at the human-animal interface. *World Health Organization, Regional office for Europe*, <http://www.euro.who.int/en/health-topics/communicable-diseases/influenza/zoonotic-influenza> Pages consultées le 01 Décembre 2014.

WildList, 2014. Members. The WildList. *WildTech Project*, <http://www.wildtechproject.com/wildlist/members> Pages consultées le 17 Juillet 2014.

WildTech, 2010. Novel Technologies for Surveillance of Emerging and Re-emerging Infections of Wildlife. Project summary. <http://www.wildtechproject.com/wildtech/node/1> Pages consultées le 11 Avril 2014.

WIRES, 2014. Wildlife Rescue, <http://www.wires.org.au/> Pages consultées le 25 Septembre 2014.

Thèse de Doctorat

Philippe GOURLAY

Titre de thèse : Agents biologiques portés par l'avifaune sauvage : estimation et catégorisation des risques en Europe, surveillance épidémiologique en France métropolitaine

Title of thesis: Wild birds as carriers of biological agents: risk assessment and categorisation in Europe, epidemiological surveillance in mainland France

Résumé

Les maladies de la faune sauvage doivent être surveillées afin de maîtriser les risques pour les animaux domestiques, l'Homme et les animaux sauvages eux-mêmes. Les objectifs de cette thèse étaient de déterminer quels agents biologiques portés par les oiseaux sauvages doivent être surveillés en priorité en Europe ainsi que d'identifier les sources de données et/ou de matériel biologique actuelles ou potentielles disponibles en France métropolitaine pour participer à la surveillance épidémiologique de ces agents.

Un premier chapitre est consacré à une hiérarchisation et une catégorisation de couples « danger biologique/ordre d'oiseaux sauvages » en fonction des risques qu'ils peuvent représenter pour les animaux domestiques, l'Homme ou les animaux sauvages, réalisées à l'aide d'une méthode qualitative faisant appel à des avis multidisciplinaires d'experts. Les couples à surveiller en priorité en Europe pour chacune des trois cibles ont été identifiés.

Dans un deuxième chapitre, les systèmes de surveillance épidémiologique des maladies de la faune sauvage déployés actuellement en France métropolitaine sont présentés ainsi que le potentiel d'autres acteurs de terrain, montrant leur complémentarité pour l'épidémiosurveillance des maladies de l'avifaune sauvage en France métropolitaine.

Nos travaux montrent que la France métropolitaine dispose des acteurs de terrain pour participer à la surveillance épidémiologique d'agents biologiques prioritaires en Europe. Des éléments complémentaires sont à prendre en considération pour optimiser les moyens dédiés aux programmes mis en place à l'échelle nationale et/ou en Europe.

Mots clés

Agent biologique, oiseaux sauvages, hiérarchisation, catégorisation, surveillance épidémiologique, analyse de risque, expert, France métropolitaine, Europe

Abstract

Surveillance of wild animal diseases is essential to control the risks for domestic animals, humans and wild animals themselves. The aims of this Ph. D thesis were, first, to determine which wild birds associated biological hazards have to be targeted in European surveillance programmes and, second, to identify current or potential data and/or sampling sources available in mainland France and able to take part to epidemiological surveillance programmes of first priority hazards.

In the first part, using an expert-based qualitative risk analysis, "biological hazard/wild bird order" pairs which have to be monitored in priority to control the risks for domestic animals, humans or wild animals are identified.

In the second part, epidemiological surveillance schemes currently in operation in mainland France are described as the potential of other stakeholders. The complementarity of the two to monitor wild bird diseases is shown.

Our work shows that many stakeholders are available in mainland France to perform epidemiological surveillance programmes of first priority hazards in Europe. Other items have to be taken into account to optimize funds and improve the wild bird disease surveillance in France and/in Europe.

Key Words

Biological hazard, wild birds, prioritisation, categorisation, epidemiological surveillance, risk analysis, expert, mainland France, Europe