

## VIRUS INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGÈNE H5N8 : PARTICULARITÉS ET IMPLICATIONS POUR LA SURVEILLANCE EN BELGIQUE \*

Cardoen Sabine<sup>1</sup>, Thiry Étienne<sup>2,3</sup>, Vangeluwe Didier<sup>4</sup>, Dewulf Jeroen<sup>5,3</sup>,  
Gilbert Marius<sup>6</sup>, Saegerman Claude<sup>7,3</sup>, Lambrecht Bénédicte<sup>8</sup>, Vandecan Michaël<sup>9</sup>,  
Houdart Philippe<sup>10</sup> et van den Berg Thierry<sup>8,3</sup>



### RÉSUMÉ

Vu l'introduction du virus influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) H5N8 en Europe en 2014, la probabilité d'introductions nouvelles, de circulation et d'établissement de ce virus en Belgique a été évaluée et les particularités de ce virus H5N8 par rapport aux autres virus IAHP, dont le virus H5N1, ont été mises en évidence.

Un système d'alerte fondé sur une analyse régulière de la situation épidémiologique le long des voies migratoires des oiseaux sauvages vers la Belgique est proposé. Ce système d'alerte devrait permettre de définir de manière durable et continue un niveau de « risque » d'introduction de virus IAHP en Belgique *via* les migrations d'oiseaux sauvages.

.../..

\* Reçu le 13 novembre 2015 ; accepté le 8 février 2016

<sup>1</sup> Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques, Direction générale Politique de contrôle, Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, CA-Botanique, Food Safety Center, Boulevard du Jardin botanique 55, B-1000 Bruxelles, Belgique

<sup>2</sup> Unité de virologie vétérinaire et maladies virales animales, Fundamental and Applied Research for Animal and Health (FARAH), Département des maladies infectieuses et parasitaires, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, bâtiment B43b, 4000 Liège, Belgique

<sup>3</sup> Comité scientifique, Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, CA-Botanique - Food Safety Center, Boulevard du Jardin botanique, 55, B-1000 Bruxelles, Belgique

<sup>4</sup> Centre belge de baguage, Institut royal des sciences naturelles de Belgique, Rue Vautier, 29, 1000 Bruxelles, Belgique

<sup>5</sup> Unité d'épidémiologie vétérinaire, Département reproduction, obstétrique et santé des troupeaux, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Gand, Avenue Salisbury, 133, B-9820, Merelbeke, Belgique

<sup>6</sup> Lutte biologique et écologie spatiale, Université libre de Bruxelles, Avenue F.D. Roosevelt, 50, 1050, Bruxelles, Belgique

<sup>7</sup> Unité de recherche en épidémiologie et analyse de risques appliquées aux sciences vétérinaires (UREAR-ULg), Fundamental and Applied Research for Animal and Health (FARAH), Département des maladies infectieuses et parasitaires, Faculté de Médecine vétérinaire, Université de Liège, Boulevard de Colonster, 20, B42, B-4000 Liège, Belgique

<sup>8</sup> Direction opérationnelle maladies virales, Centre d'étude et de recherches vétérinaires et agrochimiques, Groeselenberg, 99, B-1180, Uccle, Belgique. Service de virologie et immunologie aviaire, Laboratoire national de référence influenza aviaire et maladie de Newcastle (NLR AI-ND)

<sup>9</sup> Direction santé des animaux et sécurité des produits animaux, Direction générale Politique de contrôle, Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, CA-Botanique - Food Safety Center, Boulevard du Jardin botanique, 55, B-1000, Bruxelles, Belgique

<sup>10</sup> Service prévention et gestion de crises, Services de l'administrateur délégué, Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire, CA-Botanique, Food Safety Center, Boulevard du Jardin botanique 55, 1000 Bruxelles, Belgique

.../..

Une distinction est faite entre trois niveaux de « risque » : la vigilance de base, la vigilance accrue et le risque accru. Afin d'être proactif dans la prise de mesures préventives visant à éviter l'introduction de virus IAHP dans les exploitations, ces différents niveaux de « risque » sont associés à des mesures de biosécurité spécifiques.

Comme le virus H5N8 est moins pathogène pour l'avifaune sauvage que le virus H5N1, la probabilité de circulation et d'établissement du virus H5N8 dans la faune sauvage en Belgique est supposée être plus grande.

Le virus H5N8 est un réassortant ayant de nombreux gènes communs avec le virus H5N1 et circulant sur un mode enzootique en Asie du Sud-Est et dans quelques autres régions du monde (Égypte, Bangladesh ...) depuis plus de 10 ans. Tant que cette situation perdurera, le « risque » d'introduction de virus IAHP, aux propriétés éventuellement modifiées, par les oiseaux sauvages en Europe se maintiendra. Dès lors, la surveillance dans l'avifaune sauvage reste plus que jamais nécessaire pour détecter précocement la présence de virus IAHP.

**Mots-clés :** influenza aviaire, surveillance, période à risque, évaluation de risque, biosécurité, avifaune sauvage.

#### ABSTRACT

Given the introduction of highly pathogenic avian influenza virus (HPAI) H5N8 in Europe in 2014, the probability of new introductions, circulation and establishment of the virus in Belgium has been evaluated, and the peculiarities of this H5N8 virus compared to other HPAI viruses, including H5N1, have been highlighted.

A warning system based on a routine analysis of the epidemiological situation along the migration routes of wild birds towards Belgium is proposed. This alert system should make it possible to define a level of "risk" of introduction of HPAI viruses in Belgium *via* wild bird migration at all times in a sustainable manner. A distinction is made between three "risk" levels: basic vigilance, increase alertness and increased risk. In order to be proactive in taking preventive measures to prevent the introduction of HPAI viruses in holdings, specific biosecurity measure were associated with these different "risk" levels.

As the H5N8 virus is less pathogenic for wild birds than the H5N1 virus, the probability of circulation and of establishment of the H5N8 virus in the wild fauna in Belgium is believed to be higher.

The H5N8 virus is a reassortant sharing many genes with the H5N1 virus and has been circulating enzootically in South-east Asia and some other parts of the world (Egypt, Bangladesh ...) for over 10 years. As long as this situation persists, the "risk" of introduction of HPAI viruses, possibly with modified properties, by wild birds in Europe will remain. Therefore, surveillance in wild birds appears more than ever necessary for the early detection of HPAI viruses.

**Keywords:** Avian influenza, Surveillance, Risk period, Risk assessment, Biosecurity, Wild avifauna.




---

## I - INTRODUCTION

---

### 1. LE VIRUS INFLUENZA AVIAIRE HAUTEMENT PATHOGÈNE H5N8

Le virus influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) H5N8 est un des multiples descendants du virus hautement pathogène H5N1 asiatique. Il s'agit d'un réassortant appartenant au clade 2.3.4 qui a échangé des segments génétiques avec des

virus influenza aviaires faiblement pathogènes H4N2, H5N8 et H11N9 lors de sa circulation en Asie [Lee *et al.*, 2014].

Ce virus circule déjà depuis de nombreuses années en Asie du Sud-Est. Depuis fin 2013, de nombreux foyers ont été recensés en Chine<sup>1</sup>, en Corée du Sud<sup>2</sup> et au Japon<sup>3</sup>. Entre novembre 2014 et février

2015, il a provoqué plusieurs foyers dans des exploitations professionnelles en Europe : en Allemagne<sup>4</sup>, aux Pays-Bas<sup>5</sup>, au Royaume-Uni<sup>6</sup>, en Italie<sup>7</sup> et en Hongrie<sup>8</sup>. L'avifaune sauvage a également été touchée par ce virus entre novembre 2014 et février 2015 (sarcelle d'hiver en Allemagne, canards siffleurs aux Pays-Bas, cygnes en Suède). De nombreux cas chez des oiseaux sauvages, dans des élevages de basse-cour et également dans des élevages professionnels ont été identifiés au Canada<sup>9</sup> et aux Etats-Unis<sup>10</sup>. Il n'y a pas eu de cas humain dû au virus H5N8 rapporté jusqu'à présent.

Le virus IAHP H5N8 n'est pas le seul virus IAHP à avoir circulé durant l'automne - hiver 2014-2015 en Europe et dans le monde. Des virus IAHP H5N6, H5N2, H5N1 (d'origine asiatique), des réassortants eurasiens - nord américains (dérivés du virus IAHP H5N8) IAHP H5N1 et H5N2 au Canada et aux Etats-Unis, etc. ont également déjà été isolés en 2015. En janvier 2015, un foyer d'influenza aviaire dû au virus H5N1 a été découvert en Bulgarie. Depuis début 2015, de nombreux cas de virus H5N1 sont également répertoriés en Afrique de l'Ouest. Tous ces virus sont des réassortants descendant du virus IAHP H5N1 Asiatique.

Comme le virus IAHP H5N1, le virus IAHP H5N8 est très pathogène pour les volailles de type gallinacés (poules, dindes, cailles, etc.), pour qui le virus est létal [EFSA, 2014]. Comme pour le virus IAHP H5N1, les canards domestiques sont moins sensibles au virus H5N8 que les gallinacés mais ils peuvent néanmoins être malades et mourir suite à cette infection [EFSA, 2014]. Il n'y a pas d'information concernant la sensibilité des pigeons au virus H5N8. Les espèces d'oiseaux sauvages pouvant être infectées par le virus H5N8 sont *a priori* les mêmes que pour le virus H5N1 et appartiennent aux familles suivantes : *Anatidae*

sp., *Laridae* sp., *Limicolae* sp., *Rallidae* sp., *Ardeidae* sp., *Accipitridae* sp., *Falconidae* sp., *Strigidae* sp. [EFSA, 2014 ; National Wildlife Health Center, 2013]. Cependant, le virus H5N8 est moins pathogène que le virus H5N1 pour l'avifaune sauvage, l'infection pouvant même être asymptomatique chez certaines espèces d'oiseaux sauvages [Anses, 2014 ; EFSA, 2014 ; Kim *et al.*, 2014].

Les voies de transmission du virus H5N8 aux espèces sensibles domestiques sont les mêmes que pour le virus H5N1 [EFSA, 2014]. La transmission peut se faire soit par contact direct avec des oiseaux sauvages ou domestiques, soit par voie indirecte *via* par exemple le matériel, les objets, la nourriture, etc. contaminés. La transmission directe se fait par contact avec des oiseaux domestiques ou sauvages infectés introduits dans l'exploitation. La transmission indirecte (ou mécanique) a lieu lorsque des équipements, des personnes, des véhicules, des produits animaux ou des matières ayant été en contact avec des excréments/sécrétions/matières fécales/fumier/carcasses provenant d'oiseaux infectés sont introduits dans l'exploitation.

## 2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Vu l'évolution de la situation épidémiologique relative au virus IAHP H5N8 en Europe en 2014 et 2015, il s'est avéré opportun d'évaluer le risque d'introduction, de circulation et d'établissement de ce virus en Belgique. Comme d'autres virus IAHP circulent en Europe, les considérations relatives au virus IAHP H5N8 ont été comparées ou élargies aux autres virus IAHP de la lignée du virus H5N1 asiatique. Les virus influenza aviaires faiblement pathogènes n'ont pas été considérés.

<sup>1</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16378](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16378);

<sup>2</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=14668](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=14668)

<sup>3</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16520](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16520)

<sup>4</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16474](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16474)

<sup>5</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16535](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16535)

<sup>6</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16542](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16542)

<sup>7</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?reportid=16768](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?reportid=16768)

<sup>8</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=17248](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=17248)

<sup>9</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=17577](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=17577)

<sup>10</sup> [http://www.oie.int/wahis\\_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page\\_refer=MapFullEventReport&reportid=16759](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=16759)

Tout d'abord, les voies par lesquelles le virus IAHP H5N8 aurait été introduit en Europe et dans les exploitations européennes en 2014 sont discutées afin d'en tirer des conclusions et d'émettre des recommandations. Ensuite, un système d'alerte à plusieurs niveaux de risque d'introduction des virus IAHP (H5N8 et autres virus IAHP) en Belgique par le biais des migrations d'oiseaux sauvages est présenté. Dans ce système, chaque niveau d'alerte est assorti de mesures préventives de biosécurité visant à éviter leur introduction dans les

exploitations avicoles belges. Le risque de circulation et d'établissement du virus H5N8 dans l'avifaune sauvage en Europe en cas d'introduction est également évalué et comparé à celui d'autres virus IAHP. Finalement, le point est fait sur la surveillance des virus IAHP en Belgique.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un dossier du Comité scientifique de l'Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire (AFSCA) [Comité scientifique, 2015a ; Comité scientifique, 2015b].

---

## II - MÉTHODOLOGIE

---

Cette évaluation de risque a été menée sur base d'une opinion d'experts en matière d'influenza aviaire et de migration des oiseaux sauvages. Il a

également été tenu compte des connaissances disponibles dans les sources scientifiques.

---

## III - RÉSULTATS

---

### 1. VOIES D'INTRODUCTION DU VIRUS H5N8 EN EUROPE ET DANS LES EXPLOITATIONS EUROPÉENNES EN 2014

#### 1.1. VOIES D'INTRODUCTION EN EUROPE

L'introduction du virus IAHP H5N8 en Europe au départ de l'Asie serait principalement due aux migrations d'oiseaux sauvages infectés. Les grands couloirs migratoires<sup>11</sup> des oiseaux migrateurs [Global Interflyway Network, 2012] montrent en effet qu'un transport de virus sur de très longues distances est possible *via* des relais de transmission par mélange d'oiseaux migrateurs suivant des voies migratoires différentes [Li *et al.*, 2014], sur des sites de reproduction partagés en Eurasie septentrionale (en Sibérie particulièrement). Il est toutefois important de noter que les migrations sont un processus dynamique difficile à modéliser et que ces grands couloirs migratoires théoriques n'ont qu'une valeur indicative. Un transport de virus est donc également possible par l'intermédiaire d'oiseaux dont le comportement de

vol n'est pas repris dans ces grandes tendances.

Une importante épizootie chez la volaille en Corée du Sud en janvier-février 2014 aurait induit une très forte pression d'infection en Asie dans les élevages de volailles tout au long de cette année. Cette pression d'infection accrue pourrait expliquer une transmission importante vers les oiseaux sauvages (« spill-over ») chez lesquels le virus a persisté. Ceci aurait vraisemblablement été le point de départ d'une période de migration avec une charge virale probablement très importante chez certains oiseaux migrateurs infectés transitant en automne par des aires de repos en Sibérie et s'y retrouvant en grands rassemblements avant de se rediriger vers l'Europe ou la côte Ouest du Canada et des Etats-Unis. Le virus IAHP H5N8 aurait donc pu atteindre l'Europe indirectement au départ de l'Asie, *via* la Sibérie. La publication de la détection de cas intermédiaires en Russie en septembre 2014 [OIE, 2014] conforte cette hypothèse de la voie migratoire.

---

<sup>11</sup> [http://eaaflyway.net/documents/resources/globalflyway2011/eaafp-tech-01\\_GIN-report-sml.pdf](http://eaaflyway.net/documents/resources/globalflyway2011/eaafp-tech-01_GIN-report-sml.pdf)

## 1.2. VOIES D'INTRODUCTION DANS LES EXPLOITATIONS EUROPÉENNES

L'introduction du virus IAHP H5N8 dans les exploitations de volailles en Europe ne se serait pas faite directement par contact avec des oiseaux sauvages car les exploitations touchées sont principalement des exploitations avec des volailles élevées en bâtiment fermé. D'autre part, le séquençage complet et l'analyse phylogénétique des souches virales détectées dans les différents foyers hollandais montrent une divergence génétique suffisante pour expliquer, à l'exception d'un cas de transmission d'élevage à élevage, des introductions indépendantes les unes des autres. Ces introductions indépendantes et quasi concomitantes se seraient donc probablement réalisées indirectement *via* des activités humaines, par l'introduction de personnes/véhicules/matériel/animaux vivants/produits animaux contaminés par des virus suite à une exposition à un environnement contaminé par des excréments/sécrétions provenant d'une avifaune sauvage infectée par différentes souches de virus H5N8 en Europe.

En Belgique, la plupart des exploitations professionnelles ont un niveau acceptable de biosécurité bien que moins d'attention soit généralement accordée au contrôle des mouvements (personnes, véhicules, etc.) [Van Steenwinkel *et al.*, 2011]. Considérant que les introductions du virus IAHP H5N8 dans les exploitations en Europe auraient probablement eu lieu *via* des mouvements de personnes ou de matériel, il est recommandable d'accorder plus d'attention à la biosécurité dans les élevages (pré-local à l'entrée de chaque compartiment avec dispositif pour le lavage des mains et changement de tenue et de bottes) et à la biosécurité liée aux contrôles des mouvements entre exploitations professionnelles ou entre exploitations professionnelles et hobbyistes (registres, badges, traçabilité, désinfection des véhicules et du matériel, etc.).

## 2. ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'INTRODUCTION DES VIRUS IAHP (H5N8 ET AUTRES) EN BELGIQUE VIA LES MIGRATIONS D'OISEAUX SAUVAGES

Les migrations d'oiseaux sauvages représentent donc un risque d'introduction et de dispersion des virus IAHP en Europe et en Belgique. La principale période de passage en Belgique, dans le cadre des migrations d'automne (postnuptiales) dans un sens

nord-sud, des espèces d'oiseaux pouvant être infectées par ces virus en Asie ou en Sibérie débute habituellement au cours de la seconde décennie de septembre et se termine habituellement au cours de la troisième décennie de novembre [Comité scientifique, 2006]. La principale période de migration printanière (prénuptiale) dans un sens sud-nord s'étend habituellement de la dernière décennie de février à la première décennie de mai [Comité scientifique, 2006]. Cependant, les migrations restent un processus dynamique difficile à modéliser et on ne peut par exemple pas exclure des vagues de froid atypiques et imprévisibles dans des régions infectées en amont de couloirs migratoires en direction de la Belgique qui feraient déplacer vers la Belgique des espèces infectées qui suivent l'isotherme 0°C, ceci même en dehors des périodes théoriques de migration [Berthold, 1993 ; Ridgill et Fox, 1990 ; Ottaviani *et al.*, 2006]. Ce phénomène avait été observé en janvier-février 2006 où une vague de froid avait poussé des oiseaux sauvages infectés depuis l'Europe de l'Est vers l'Europe de l'Ouest où 13 pays avaient été touchés en une quinzaine de jours, dont la France [Hars *et al.*, 2008]. Par ailleurs, la probabilité d'introduction du virus et la probabilité d'exposition puis d'infection de l'avifaune locale peuvent être considérées comme plus faibles au printemps qu'en automne car :

1. même si les voies migratoires peuvent couvrir l'ensemble de l'Europe, le nombre d'oiseaux migrants qui remontent vers le nord au printemps en passant par nos régions est moins élevé,
2. ces oiseaux effectuent moins de haltes,
3. la pression d'infection durant les migrations d'automne est plus importante vu l'endémicité en Asie du Sud-Est, et
4. les migrations printanières, constituées d'oiseaux adultes, présentent une moindre pression d'infection que les migrations automnales constituées de populations plus jeunes, immunologiquement plus naïves et plus à même d'être infectées et d'excréter du virus pendant une longue période [Comité scientifique, 2006].

Afin d'évaluer la probabilité d'introduction de virus IAHP en Belgique *via* les migrations d'oiseaux sauvages de manière durable et continue, un système d'alerte fondé sur une captation de signaux a été mis au point (tableau 1). Une analyse régulière de la situation épidémiologique le long des voies migratoires vers la Belgique devrait

permettre de définir à tout moment un niveau de risque pour la Belgique parmi les trois niveaux suivants : la vigilance de base, la vigilance accrue et le risque accru. Ce dernier est divisé en trois sous-

niveaux : la pré-alerte, l'alerte et l'urgence. Ce système peut s'appliquer à tous les virus IAHP pour lesquels un rôle actif de l'avifaune sauvage dans la dissémination a été démontré.

Tableau 1

### Niveaux de risque d'introduction de virus IAHP en Belgique *via* les migrations d'oiseaux sauvages.

Trois niveaux de risque d'introduction du virus IAHP ont été définis (colonnes A et B) sur base de paramètres (colonne C).

A Niveau de risque	B Définition	C Paramètres (durée, localisation, événement)
1	<b>Vigilance de base</b>	Absence de cas/foyer (faune sauvage/faune domestique) d'IAHP dans un rayon de 2 500 km <sup>1</sup> autour de Bruxelles. La vigilance de base doit être appliquée <b>toute l'année sur tout le territoire belge</b> , indépendamment des périodes migratoires et de la situation épidémiologique en Asie, en Afrique ou sur les voies migratoires en direction de la Belgique.
2	<b>Vigilance accrue</b>	Absence de cas/foyer (faune sauvage/faune domestique) d'IAHP dans un rayon de 2 500 km <sup>2</sup> autour de Bruxelles. La vigilance accrue doit être appliquée <b>toute l'année dans les zones naturelles sensibles<sup>2</sup></b> , indépendamment des périodes migratoires et de la situation épidémiologique en Asie, en Afrique ou sur les voies migratoires en direction de la Belgique.
3.1	<b>Risque accru</b>	<b>Pré-alerte :</b> Cas/foyer (faune sauvage/faune domestique) d'IAHP hors de l'Union Européenne, dans un couloir migratoire en amont et en direction de la Belgique (incluant les possibilités de vagues de froid), soit au départ de l'Asie (migration d'automne), soit au départ de l'Afrique (migration de printemps), dans un rayon de 2 500 km autour de Bruxelles (figure1).
3.2		<b>Alerte :</b> Cas/foyer (faune sauvage/faune domestique) d'IAHP dans l'Union européenne
3.3		<b>Urgence :</b> Cas/foyer (faune sauvage/faune domestique) d'IAHP dans un rayon de 500 km autour de Bruxelles

<sup>1</sup> 2 500 km représente la moitié de la distance séparant la Belgique des plaines de Sibérie méridionale où se situe le carrefour des voies de migration de nombreuses espèces d'anatidés migrateurs entre l'Asie du sud est et l'Europe.

<sup>2</sup> Les zones naturelles sensibles sont des zones de très grande concentration d'oiseaux sauvages au niveau desquelles il y a *de facto* un risque accru de transmission de virus influenza aviaire entre oiseaux sauvages et domestiques. Pour cette raison, ces zones doivent faire l'objet d'une vigilance accrue toute l'année. Carte des zones naturelles sensibles : [http://www.favv-afsca.fgov.be/ai-ia/ai-city/zones\\_fr.asp](http://www.favv-afsca.fgov.be/ai-ia/ai-city/zones_fr.asp).

### 3. MESURES PRÉVENTIVES DE BIOSÉCURITÉ FACE À LA PROBABILITÉ D'INTRODUCTION DE VIRUS DANS LES EXPLOITATIONS À PARTIR DE LA FAUNE SAUVAGE

Classiquement, en Belgique, lors des périodes de migration d'automne et de printemps, des périodes de risque accru de 30 jours renouvelables sont définies, pendant lesquelles des mesures additionnelles préventives de biosécurité doivent être prises par le secteur avicole professionnel et hobbyiste afin d'empêcher l'introduction de virus dans les exploitations à partir de la faune sauvage [Arrêté royal du 5 mai 2008 ; Arrêté royal du 20

janvier 2015]. La détermination de ces périodes de risque accru se fait par les gestionnaires de risque de l'AFSCA sur base d'évaluations de risque *ad hoc*.

Le système d'alerte proposé dans le tableau 1 permet d'être proactif dans la prise de mesures préventives face au risque d'introduction d'IAHP dans notre pays. Pour ce faire, chaque niveau et sous-niveau de risque a été assorti de mesures préventives de biosécurité, d'une part, pour les exploitations professionnelles, d'autre part, pour les exploitations de particuliers (hobbyistes), et ce, sur tout le territoire ou seulement dans les zones naturelles sensibles (tableau 2).

Figure 1

Carte délimitant une zone de rayon de 2 500 km autour de Bruxelles



En plus de ces mesures de biosécurité de base prévues spécifiquement pour l'influenza aviaire dans l'Arrêté royal du 5 mai 2008, une série de mesures de biosécurité obligatoires pour les exploitations de volaille sont prévues dans l'annexe 2 de l'Arrêté royal du 17 juin 2013.

Les mesures de biosécurité principales doivent être l'utilisation d'un pré-local à l'entrée de chaque compartiment de l'exploitation avec une séparation claire entre zone sale et zone propre, un dispositif pour le lavage des mains, et à partir duquel le port de vêtements et de chaussures propres à l'exploitation est obligatoire. Ces vêtements et chaussures devraient être changés à chaque passage de compartiment et non uniquement à l'entrée de l'exploitation, de manière à éviter les contaminations de ces vêtements/chaussures par des excréments/sécrétions des oiseaux sauvages potentiellement présentes dans l'environnement de l'exploitation. Le pédiluve, s'il est bien utilisé, constitue une mesure additionnelle mais non suffisante.

Si un cas dans l'avifaune sauvage ou un foyer chez la volaille est avéré en Belgique, des mesures

réactives supplémentaires sont prévues dans le cadre de l'Arrêté royal du 5 mai 2008.

#### **4. ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ DE CIRCULATION ET D'ÉTABLISSEMENT DU VIRUS H5N8 DANS LA POPULATION D'OISEAUX SAUVAGES ET COMPARAISON AVEC LE VIRUS H5N1**

##### **4.1. ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ DE CIRCULATION**

Comme mentionné dans l'introduction, le virus H5N8 serait mieux adapté à la faune sauvage que le virus H5N1 car son portage peut être asymptomatique chez certaines espèces d'oiseaux sauvages et dans certaines conditions (âge, immunité, absence de co-infection...) [Anses, 2014 ; EFSA, 2014 ; Kim *et al.*, 2014]. De plus, alors que le virus H5N1 est excrété essentiellement par voie trachéale, le virus H5N8 serait excrété autant par la voie cloacale que trachéale [Kang *et al.*, 2015]. Ceci augmente la probabilité de transmission du virus H5N8 au sein de l'avifaune sauvage et la probabilité de persistance dans la population.

**Tableau 2**  
**Mesures préventives de biosécurité associées aux différents niveaux de risque.**

Ces mesures sont décrites, d'une part, pour les exploitations professionnelles et, d'autre part, pour les détenteurs particuliers. Selon les cas, ces mesures préventives doivent être prises sur tout le territoire, soit uniquement dans les zones naturelles sensibles.

Mesures préventives de biosécurité	
Professionnels	Particuliers (hobbyistes)
Mesures de biosécurité de base à prendre <b>toute l'année sur tout le territoire</b> , quel que soit le niveau de risque [Arrêté royal du 5 mai 2008] :	
<b>Vigilance de base</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem hobbyistes +</li> <li>• Utilisation obligatoire de pédiluves</li> <li>• Restriction d'accès à l'exploitation</li> <li>• Obligation d'utiliser des vêtements et bottes de l'exploitation</li> <li>• Registre des visites</li> <li>• Nourrissage/abreuvement des volailles de manière à éviter les contacts avec les oiseaux sauvages</li> <li>• Interdiction d'abreuver les volailles avec des eaux de surface non traitées</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rassemblements de volailles/oiseaux permis sous certaines conditions : enregistrement préalable à l'AFSCA, registre, surveillance par un vétérinaire</li> <li>• Obligation de confinement 10 jours préalablement à la participation à des marchés de volailles ou d'oiseaux</li> <li>• Interdiction d'accès à des endroits où sont détenus des volailles ou oiseaux, aux véhicules, personnes ou matériel provenant d'un endroit où sont détenues des volailles dans une zone à risque, pendant minimum quatre jours après de retour de la zone à risque</li> <li>• Nettoyage et désinfection obligatoire des moyens de transport de volailles, oiseaux, ou œufs et du matériel en contact après chaque transport. Si l'origine est une zone à risque à l'étranger ou dans un pays tiers, une désinfection sous surveillance de l'AFSCA est obligatoire, soit avant d'entrer dans un endroit où sont détenus des volailles ou oiseaux, soit dans les trois jours suivant le retour sur le territoire si la destination est un lieu autre qu'un endroit où sont détenus des volailles ou oiseaux</li> <li>• En cas de maladie, mortalité ou chute de productions anormales chez des volailles ou oiseaux, obligation d'appeler un vétérinaire et réalisation des analyses obligatoires préalablement à l'instauration d'un traitement</li> </ul>
En plus des mesures de base, mesures à prendre <b>toute l'année</b> dans les <b>zones naturelles sensibles</b> [Arrêté royal du 5 mai 2008]:	
<b>Vigilance accrue</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparation des canards et oies des autres volailles</li> <li>• Confinement/protection des volailles afin d'empêcher les contacts avec les espèces d'oiseaux sauvages sensibles</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparation des canards et oies des autres volailles</li> <li>• Nourrissage/abreuvement des volailles de manière à éviter les contacts avec les oiseaux sauvages sensibles</li> <li>• Interdiction d'abreuver les volailles avec eaux de surface non traitées</li> </ul>
<p>En plus des mesures de base, des mesures préventives supplémentaires prévues dans la législation [arrêté royal du 5 mai 2008 et ses arrêtés modificatifs, dont l'arrêté royal du 20 janvier 2015] doivent être prises <b>sur tout le territoire</b>. Le choix de ces mesures doit être effectué parmi les possibilités reprises ci-dessous pour les détenteurs professionnels et les détenteurs particuliers, et adapté aux sous-niveaux de risque et en fonction de la situation épidémiologique, sur base d'une évaluation de risque.</p> <p><b>Pré-alerte</b> : le choix des mesures doit reposer sur une évaluation de risque par le Comité scientifique dans le cadre d'un conseil urgent</p> <p><b>Alerte</b> : le choix de ces mesures doit reposer sur une évaluation de risque par le Comité scientifique dans le cadre d'un conseil urgent.</p> <p><b>Urgence</b> : les mesures préventives supplémentaires urgentes prévues dans la législation doivent être prises <b>immédiatement</b>. Le choix de ces mesures doit reposer soit sur une évaluation de risque par les gestionnaires de risque de l'AFSCA, soit sur une évaluation de risque du Comité scientifique.</p>	
<b>Risque accru</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confinement/protection des volailles afin d'empêcher les contacts avec les espèces d'oiseaux sauvages sensibles</li> <li>• Interdiction de rassemblements, sauf expositions/concours sous conditions (obligation de confinement 10 jours au préalable)</li> <li>• Tous les poulets de chair provenant d'une même bande doivent être enlevés dans les deux jours ouvrables qui suivent le jour du premier chargement destiné à l'abattoir</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confinement/protection des volailles afin d'empêcher les contacts avec les espèces d'oiseaux sauvages sensibles</li> <li>• Nourrissage/abreuvement des volailles de manière à éviter les contacts avec les oiseaux sauvages sensibles</li> <li>• Interdiction d'abreuver des volailles avec des eaux de surface non traitées</li> <li>• Interdiction de rassemblements, sauf expositions/concours sous conditions (obligation de confinement 10 jours au préalable)</li> </ul>
<p>En plus des mesures supplémentaires, une sensibilisation et un renforcement de la vigilance du secteur professionnel et hobbyiste, ainsi que du grand public est recommandée. Il est également recommandé de stimuler le réseau de surveillance événementielle pour le grand public. Il est également recommandé de prévoir la possibilité d'interdire aux détenteurs particuliers tout contact avec les exploitations professionnelles, ainsi que d'intensifier la surveillance de la faune sauvage en y concentrant les prises d'échantillon afin d'augmenter les chances de détecter des cas</p>	

En effet, il existe une probabilité de circulation secondaire plus longue du virus H5N8 au sein de l'avifaune sauvage en Europe par rapport au virus H5N1 en cas d'introduction potentielle consécutive aux migrations. Pour cette raison, entre le 1<sup>er</sup> septembre 2014 et le 28 février 2015, avec un effort particulier de novembre à janvier, la surveillance de la faune sauvage a été intensifiée en Belgique. Il s'agissait d'une surveillance active sur des oiseaux capturés et relâchés lors d'activités de baguage, ciblée principalement sur les familles d'anatidés, et ce sur tout le territoire belge. Néanmoins, suite aux analyses réalisées au Laboratoire national de référence belge (LNR AI-ND, CODA-CERVA), la présence du virus H5N8 n'y a pas été détectée (prévalence de 0 % ; IC 95 % [0 % - 0,0998 %] ; N=2 999 ; distribution binomiale exacte). Cependant, on ne peut pas exclure que le virus ait circulé dans l'avifaune sauvage belge suite aux migrations d'automne sans y avoir été détecté. Cette absence de détection pourrait être expliquée par le fait que, contrairement au H5N1, il ne provoque pas de morbidité ou de mortalité dans toutes les espèces, ou que l'excrétion virale est limitée à 10 jours.

#### 4.2. ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ D'ÉTABLISSEMENT

On peut parler d'établissement d'un virus dans une population lorsque celui-ci a atteint un niveau de transmission suffisant pour lui permettre de se maintenir dans la population sans intervention extérieure (c'est-à-dire, par exemple, dans ce cas-ci, sans nouvelle arrivée de virus à partir d'oiseaux migrants).

La probabilité d'établissement du virus H5N8 au sein de l'avifaune sauvage est également plus élevée que pour le virus H5N1, vu la possibilité de portage asymptomatique, ce qui favorise sa transmission. En outre, l'excrétion tant par voie cloacale que trachéale augmente la pression d'infection dans le milieu et pourrait encore augmenter la probabilité d'établissement.

Il n'existe pas suffisamment de données, telles que le taux de reproduction de base ( $R_0$ ) ou la prévalence minimale nécessaire pour atteindre une transmission suffisante pour mener à une endémicité, qui permettraient d'évaluer quantitativement la probabilité d'établissement du virus H5N8 dans la population belge d'oiseaux sauvages en cas d'introduction.

#### 5. SURVEILLANCE DE L'INFLUENZA AVIAIRE DANS L'AVIFAUNE SAUVAGE

Pour détecter un établissement éventuel de virus IAHP dans l'avifaune sauvage en Belgique, tant la surveillance programmée qu'événementielle sont nécessaires.

A l'heure actuelle, 4 000 écouvillons sont prélevés en moyenne par an en Belgique, dont 3 500 sur des oiseaux vivants, au cours des activités de baguage effectuées par le réseau de l'IRSNB et 500 sur des canards tirés à la chasse en Wallonie (*via* le réseau de surveillance sanitaire de la faune sauvage; <http://wildlifeandman.be/docs/reseau-surveillance-sanitaire.pdf>).

L'échantillonnage lors des activités de baguage est un système flexible, combinant :

1. un échantillonnage sur l'ensemble du territoire, lorsque l'objectif est d'estimer des prévalences et,
2. un échantillonnage basé sur le risque—lorsque l'objectif est d'augmenter la probabilité de détecter des cas d'IAHP en période à risque.

L'échantillonnage basé sur le risque est principalement effectué dans les zones naturelles sensibles, qui sont des zones répertoriées en Belgique comme zones susceptibles de servir comme aire de repos ou de stationnement migratoire et d'attirer l'avifaune sauvage en plus haute concentration, du fait de la présence de points d'eau (lacs, étangs) notamment. Échantillonner 3 500 oiseaux permet de détecter une prévalence limite de 0,09 % avec un niveau de confiance de 95 %. Il y a actuellement une connaissance insuffisante d'une prévalence minimale nécessaire pour induire une endémicité des virus influenza aviaire dans la population d'oiseaux sauvages, qui pourrait servir à fixer une prévalence limite acceptable. Les échantillons sont pris toute l'année mais ciblés sur les périodes de migration automnale et d'hivernage (novembre – décembre – janvier) afin d'augmenter les chances de détecter des introductions.

Les oiseaux prélevés lors de la chasse sont notamment des canards colvert *Anas platyrhynchos* qui sont élevés puis relâchés dans la nature au minimum 3 mois avant le début de la période de chasse. Cette pratique est répandue en Europe sauf dans quelques pays (Pays-Bas, Allemagne) et régions (Flandre) où elle est

interdite. Pour autant qu'ils n'aient pas été infectés dans l'exploitation, ces oiseaux sont immunologiquement naïfs envers les virus influenza aviaires lorsqu'ils sont relâchés. S'ils vont dans des zones où le virus circule, ils présenteront une plus grande chance de s'infecter et de révéler la présence du virus lorsqu'ils seront analysés. La période de chasse (septembre à novembre) correspond à la période à risque des migrations d'automne. Le lâchage de canards d'élevage immunologiquement naïfs dans la nature pourrait toutefois amplifier et diffuser des virus IAHP au sein de la faune sauvage.

En ce qui concerne la surveillance événementielle, 200 cadavres d'oiseaux récoltés à partir de centres de revalidation sont sélectionnés sur base de la liste des espèces sensibles au virus H5N1 : *Anatidae* sp., *Laridae* sp., *Limicolae* sp., *Rallidae* sp., *Ardeidae* sp., *Accipitridae* sp., *Falconidae* sp., *Strigidae* sp. [EFSA, 2014 ; National Wildlife Health Center, 2013] et analysés par an en moyenne en

Belgique. Tous les virus IAHP sont recherchés lors de ces analyses. Cette surveillance événementielle pourrait être intensifiée afin d'obtenir plus d'échantillons : par l'activation de réseaux, par l'encouragement des détenteurs particuliers à (continuer à) déclarer les cas de mortalité et par l'activation, lors de périodes de risque accru, de campagnes d'information de la population afin de stimuler la notification aux autorités compétentes en cas de constatation de mortalité anormale dans l'avifaune sauvage afin qu'elles viennent prélever ces cadavres pour analyse. Les mêmes critères pour la notification par la population (seuil d'oiseaux trouvés morts, espèces, circonstances<sup>12</sup>) que pour le virus H5N1 devraient être utilisés dans le cadre de la surveillance événementielle ciblée sur le virus H5N8, tout en sachant qu'une absence de mortalité anormale ne peut pas être considérée comme un facteur absolu d'absence de circulation de virus H5N8, vu ses caractéristiques de moindre virulence dans la faune sauvage.

---

#### IV - CONCLUSIONS

---

L'émergence en 2014-2015 du virus H5N8 en Europe a révélé une situation d'endémicité en Asie qui devrait probablement encore persister pendant de nombreuses années et démontre une fois de plus, après l'introduction du virus H5N1 en 2005 en Europe, que le danger reste présent mais que sa nature peut changer. On ne peut donc pas exclure que des virus IAHP, avec éventuellement des propriétés nouvelles, continuent à émerger en Europe à l'avenir.

Afin de pouvoir évaluer la probabilité d'introduction des virus IAHP de manière durable et flexible, un système d'alerte à plusieurs niveaux de risque fondé sur une captation de signaux en dehors de la Belgique a été mis au point. Trois niveaux de risque ont ainsi été définis : la vigilance de base, la vigilance accrue et le risque accru, ce

dernier niveau étant divisé en trois sous-niveaux de risque : la pré-alerte, l'alerte et l'urgence. Afin d'être proactif dans la prise de mesures préventives visant à éviter l'introduction de virus IAHP dans les exploitations, ces niveaux ont été combinés à des mesures de biosécurité spécifiques.

La probabilité de circulation et la probabilité d'établissement du virus H5N8 en Europe et en Belgique est plus grande que pour le virus H5N1 car le virus H5N8 est moins pathogène, voire asymptomatique, pour l'avifaune sauvage. Dès lors, la surveillance dans l'avifaune sauvage reste plus que jamais nécessaire pour détecter précocement la présence du virus H5N8 en Belgique.

---

<sup>12</sup> URL : [http://www.favv-afsc.fgov.be/ai-ia/ai-situation/doc07/J026\\_mortalitesuspectefaunesauvage-v4-20080423\\_fr.pdf](http://www.favv-afsc.fgov.be/ai-ia/ai-situation/doc07/J026_mortalitesuspectefaunesauvage-v4-20080423_fr.pdf)

## BIBLIOGRAPHIE

- Arrêté royal du 5 mai 2008 relatif à la lutte contre l'influenza aviaire.  
URL : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2014sa0239.pdf>
- Arrêté royal du 17 juin 2013 relatif aux conditions de police sanitaire régissant les échanges intracommunautaires et les importations en provenance des pays tiers de volailles et d'œufs à couvrir et relatif aux conditions d'autorisation pour les établissements de volailles.
- Arrêté royal du 20 janvier 2015 modifiant l'arrêté royal du 5 mai 2008 relatif à la lutte contre l'influenza aviaire.
- Comité scientifique - Avis 48-2006 du Comité scientifique de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Evaluation du risque d'introduction du virus influenza aviaire H5N1 en Belgique suite aux migrations d'oiseaux.  
URL : [http://www.favv-afsca.fgov.be/home/com-sci/doc/avis06/2006-12-08\\_AVIS48-2006\\_fr.pdf](http://www.favv-afsca.fgov.be/home/com-sci/doc/avis06/2006-12-08_AVIS48-2006_fr.pdf)
- Comité scientifique - Avis rapide 06-2015 du Comité scientifique de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Evaluation du risque d'introduction du virus influenza aviaire hautement pathogène en Belgique, en particulier de la souche H5N8, via les oiseaux sauvages, en tenant compte du contexte épidémiologique actuel : évaluation de la période de risque accru, 2015a.  
URL : [http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/\\_documents/AVISRAPI DE06-2015\\_FR\\_Dossier2014-31\\_question1.pdf](http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/_documents/AVISRAPI DE06-2015_FR_Dossier2014-31_question1.pdf)
- Comité scientifique - Avis 09-2015 du Comité scientifique de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire. Evaluation de risque relative aux virus influenza aviaire hautement pathogène et en particulier de la souche H5N8 en Belgique, 2015b.  
URL : [http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/\\_documents/01\\_AVIS09-2015\\_DOSSIER2014-31B\\_def.pdf](http://www.favv-afsca.fgov.be/comitescientifique/avis/_documents/01_AVIS09-2015_DOSSIER2014-31B_def.pdf)
- Anses - Saisine n° 2014-SA-0239 de Agence nationale de sécurité sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. Évaluation du niveau de risque d'introduction en France du virus IAHP H5N8 via l'avifaune et du risque potentiel pour la santé publique lié à cette circulation d'IA HP.  
URL : <https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT2014sa0239.pdf>
- BFR - Updated Bundesinstitut für Risikobewertung Communication No. 43/2014. Avian influenza: virus transmission (H5N8) resulting from the consumption of poultry meat and poultry meat products unlikely.  
URL : <http://www.bfr.bund.de/cm/349/avian-influenza-virus-transmission-h5n8-resulting-from-the-consumption-of-poultry-meat-and-poultry-meat-products-unlikely.pdf>
- Berthold P. - Bird Migration: A General Survey. Oxford University Press. ISBN: 0-19-854692-0 (H.b.) 0-19-854691-2 (P.b.). *J. Evol. Biol.*, 1993, 7, 770-771. doi: 10.1046/j.1420-9101.1994.7060770.x
- Global Interflyway Network - Waterbird flyway initiatives: outcomes of the 2011 Global Waterbird Flyways Workshop to promote exchange of good practice and lessons learnt. Seosan City, Republic of Korea, 17-20 October 2011. Editors: C.Y.Choi, N. Crockford, N. Davidson, V. Jones, T. Mundkur, C. Prentice & D. Stroud, 2012.
- EFSA - Scientific report of European Food Safety Authority. Highly pathogenic avian influenza A subtype H5N8. *EFSA J.*, 2014, 2, 3941 doi:10.2903/j.efsa.2014.3941.  
URL : <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/3941.pdf>
- Hars J., Ruelle S., Benmergui M., Fouque C., Fournier J.Y., Legouge A., Cherbonnel M., Baroux D., Dupuy C. and Jestin V. - Role played by the mute swan (*Cygnus olor*) and other *Anatidae* in the epidemiology of the HP H5N1 avian influenza in the Dombes region (France) in 2006. *J. Wildlife Dis.*, 2008, 44, 811-823.
- Kang H.M., Lee E.K., Song B.M., Jeong J., Choi J.G., Jeong J., Moon O.K., Yoon H., Cho Y., Kang Y.M., Lee H.S., and Lee Y.J. - Novel reassortant influenza A(H5N8) viruses among inoculated domestic and wild ducks, South Korea, 2014. *Emerg. Infect. Dis.*, 2015, 21, 298-304. doi: 10.3201/eid2102.141268.
- Kim H.R., Kwon Y.K., Jang I., Lee Y.J., Kang H.M., Lee E.K., Song B.M., Lee H.S., Joo Y.S., Lee K.H., Lee H.K. Baek K.H., and Bae Y.C. - Pathologic Changes in Wild Birds Infected with Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N8) Viruses,

- South Korea. *Emerg. Infect. Dis.*, 2015, **21**, 775-780. doi: 10.3201/eid2105.141967.
- Lee Y.J., Kang H.M., Lee E.K., Song B.M., Jeong J., Kwon Y.K., Kim H.R., Lee K.J., Hong M.S., Jang I., Choi K.S., Kim J.Y., Lee H.J., Kang M.S., Jeong O.M., Baek J.H., Joo Y.S., Park Y.H. and Lee H.S. - Novel reassortant influenza A(H5N8) viruses, South Korea. *Emerg. Infect. Dis.*, 2014, **20**, 1087-1089.
- Li X., Zhang Z., Yu A., Ho S.Y., Carr M.J., Zheng W., Zhang Y., Zhu C., Lei F. and Shi W. - Global and local persistence of influenza A(H5N1) virus. *Emerg. Infect. Dis.*, 2014, **20**, 1287-1295.
- National Wildlife Health Center (2013). List of Species Affected by H5N1 (Avian Influenza). Referenced reports of highly pathogenic avian influenza H5N1 in wildlife and domestic animals.  
URL: [http://www.nwhc.usgs.gov/disease/information/avian\\_influenza/affected\\_species\\_chart.jsp](http://www.nwhc.usgs.gov/disease/information/avian_influenza/affected_species_chart.jsp)
- OIE - Immediate notification report, REF OIE 16826, 25/12/2014.
- URL : [http://www.oie.int/wahis\\_2/temp/reports/en\\_imm\\_0000016826\\_20141226\\_1731\\_24.pdf](http://www.oie.int/wahis_2/temp/reports/en_imm_0000016826_20141226_1731_24.pdf)
- Ottaviani D., de la Rocque S., Khomenko S., Gilbert M., Newman S.H., Roche B., Schwabenbauer K., Pinto J., Robinson T.P. and Slingenbergh J. - The Cold European Winter of 2005-2006 Assisted the Spread and Persistence of H5N1 Influenza Virus in Wild Birds. *EcoHealth*, 2010, **7**, 226–236. doi:10.1007/s10393-010-0316-z.
- Ridgill S.C. and Fox A.D. - Cold weather movements of waterfowl in Western Europe. IWRB Special publication N°13, 1990, Slimbridge, UK.
- Van Steenwinkel S., Ribbens S., Ducheune E., Goossens E. and Dewulf J. - Assessing biosecurity practices, movements and densities of poultry sites across Belgium, resulting in different farm risk-groups for infectious disease introduction and spread. *Prev. Vet. Med.*, 2011, **98**, 259-270.  
doi: 0.1016/j.prevetmed.2010.12.004.

