

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 30 juillet 2018

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif à l'évaluation du risque de contamination par l'influenza aviaire
des élevages avicoles à l'étage de reproduction,
à partir d'élevages de volailles,
de lisiers ou de fumiers situés ou épandus à proximité

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L.1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 13 décembre 2017 par la Direction générale de l'alimentation pour la réalisation de l'expertise suivante : « Demande d'avis relatif à l'évaluation du risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction, à partir d'élevages de volailles, de lisiers ou de fumiers situés ou épandus à proximité ».

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

La présente saisine s'inscrit dans le cadre de la mise en place de mesures de gestion faisant suite aux deux épizooties d'*influenza* aviaire que la France a connues entre 2015 et 2017.

a lettre de saisine (cf. annexe 4) indique qu'« *il ressort des avis n°2016-SA-0196, 2017-SA-0011, 2017-SA-0026, 2017-SA-0032 et 2017-SA-0033, concernant les modalités de gestion de l'épizootie H5N8 passée, que les contaminations se font pour la majorité des cas de proche en proche. Les élevages présents jusqu'à 1 km autour d'un foyer, présentent ainsi un risque particulier, dès lors qu'ils peuvent être infectés, en raison en particulier de la proximité des parcours avec présence d'animaux en plein air et du transport passif de particules virales par les poussières.*

L'Anses mentionnait par ailleurs que le transport d'oiseaux vivants dans des camions non bâchés conduit potentiellement à la projection de plumes et de fientes dans l'environnement proche de leur passage, constituant une source d'émission de virus qui ne peut pas être négligée. »

La DGAL sollicite l'expertise de l'Anses afin « *d'évaluer le risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction à partir de lisiers et/ou de fumiers situés ou épandus à proximité. L'évaluation portera en particulier sur la distance entre l'élevage reproducteur et le site d'épandage de fumier/lisier contaminé ou l'élevage reconnu infecté d'influenza aviaire à partir de laquelle le risque de contamination de l'élevage reproducteur devient nul à négligeable. »*

La saisine demande de prendre en compte « *les facteurs de risque de contamination par l'influenza aviaire de ces sites de reproduction que représentent :*

- *Le type de virus en cause et en particulier ses caractéristiques hautement ou faiblement pathogènes,*
- *Pour le site de reproduction : le type de volailles détenues (galliformes, canards, oies) et les modalités d'élevage associées (plein air ou claustration),*
- *Le type d'élevages, la densité d'élevages, les espèces situées autour du site de reproduction et leur éloignement par rapport à ce site (en se basant notamment sur les distances réglementaires de 1, 3 et 10 km),*

Ainsi que tout autre risque identifié par les experts. »

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

Compte tenu des autres saisines influenza arrivées dans la même période, il a été convenu avec la DGAL d'établir un ordre de priorité entre les différentes saisines urgentes, la présente saisine étant à traiter entre mars et juin 2018.

L'Anses a confié le traitement de cette saisine au Groupe de travail (GT) influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) et a complété spécifiquement le champ des compétences

scientifiques pour le traitement de la saisine en nommant un rapporteur externe. Le groupe ainsi constitué s'est réuni en conférence téléphonique les 19 mars, 23 avril, 25 mai, 8 et 20 juin 2018. Les analyses et conclusions du GT formulées et validées lors de ces réunions, ont été réunies dans un rapport par la coordination scientifique.

Les travaux ont été présentés au comité d'experts spécialisé « Santé et bien-être des animaux » (CES SABA) tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques en séance du 12 juin 2018.

Ils ont été adoptés par le CES SABA réuni le 3 juillet 2018.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

Les éléments suivants ont été pris en compte pour mener à bien l'expertise :

- Audition de la cheffe du bureau BSA de la DGAL le 19/03/2018 afin de préciser le contexte et les questions de la saisine,
- Projet de Guide des bonnes pratiques d'hygiène en couvoirs de sélection et de multiplication destinés aux filières chair et ponte : *Gallus*, dindes, pintades, palmipèdes et cailles (version de mars 2016),
- Projet de Guide des bonnes pratiques d'hygiène pour les élevages de futurs reproducteurs et reproducteurs destinés aux filières chair et ponte : *Gallus* (poules), dindes, pintades, palmipèdes et cailles (version de mars 2016),
- Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n° 2101 (bovins), 2102 (porcs), 2111 (volailles et gibiers à plumes) et 3660 (Elevage intensif de volailles ou de porcs) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement
- La liste des publications et documents indiquée en fin d'avis.

Les experts ont adopté, pour le traitement de la présente saisine, la méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale (Afssa 2008), dans laquelle les niveaux de risque et de probabilité sont qualifiés selon l'échelle suivante (tableau 1) :

Tableau 1 : Grille de qualificatifs utilisés selon Afssa 2008

Echelle ordinale	Qualificatifs
0	Nulle
1	Quasi-nulle
2	Minime
3	Extrêmement faible
4	Très faible
5	Faible
6	Peu élevée
7	Assez élevée
8	Elevée
9	Très élevée

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GT IA HP ET DU CES SABA

L'échange avec la DGAL du 19/03/2018 a permis de préciser le périmètre de la saisine. Compte tenu du délai pouvant parfois exister entre le développement d'un foyer à virus influenza aviaire (VIA) et sa détection, la DGAL a souhaité que l'Anses mène spécifiquement une évaluation de risque de contamination des élevages à l'étage de reproduction en filière avicole, à partir d'un tel foyer à VIA non encore détecté, et en particulier :

- En ciblant les élevages de sélection et de multiplication à l'étage de reproduction en filière avicole,
- En tenant compte du fait que le foyer de VIA non encore détecté comme infecté peut être un élevage de galliformes (*Gallus gallus*, dinde, pintade et caille, gibier à plumes, tels que faisans, perdrix) ou de palmipèdes (canard à rôtir, canard gras, oie et canard colvert),
- L'évaluation portera sur le risque de contamination par l'influenza aviaire à partir de ces élevages et à partir de sites d'épandages de lisiers, fumiers et fientes contaminés provenant de ces élevages. Outre ces 2 éléments demandés par la DGAL, les experts ont estimé qu'il est également pertinent de considérer le risque lié aux mouvements associés aux sorties d'animaux de ces élevages.
- La DGAL souhaite en particulier que l'expertise s'intéresse à la distance entre les élevages de reproduction et les sites contaminés par un virus influenza aviaire, à partir de laquelle la probabilité de contamination des élevages de reproducteurs peut être qualifiée de quasi nulle à minime (soit d'une valeur de 1 à 2 sur une échelle ordinale de 0 à 9, cf. Afssa 2008).

Pour la présente expertise, les experts sont partis du postulat selon lequel les élevages à l'étage de reproduction, compte tenu de leur spécificité, appliquent des règles de biosécurité maximales. Les éventuels risques de contamination liés à de mauvaises pratiques ne sont pas étudiés dans ce document (exemple : contamination *via* le transport des aliments ou mauvaise application des procédures de biosécurité dans l'élevage etc.).

De la même manière, les experts sont partis du principe que la localisation de l'élevage en reproduction avait suivi les recommandations qui précisent, dans le Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène que « *les abords doivent être conçus de façon à empêcher l'introduction d'agents pathogènes dans le site de l'unité de production* », ce qui, *a priori*, exclut toute installation en proximité d'un abattoir ou d'une route départementale avec passage important de camions de volailles ou de camions transportant des effluents d'élevages de volailles.

3.1. Caractérisation du danger

Le danger considéré est ici représenté par les virus *Influenza* aviaries réglementés (faiblement ou hautement pathogènes, FP/HP).

Il existe cependant une grande variété de VIA. Ceux-ci peuvent interagir différemment avec leur hôte, selon la souche de virus mais également selon l'espèce de volaille (réceptivité, voie et intensité d'excrétion variables).

La réceptivité d'une espèce à un agent pathogène traduit la capacité des individus de cette espèce d'être infectés. Compte tenu du fait que la réceptivité aux VIA dépend à la fois de propriétés inhérentes au virus lui-même, à son évolution et à l'espèce infectée, il n'a pas été

possible d'établir une réceptivité comparée des différentes espèces de volailles aux VIA existants.

Par ailleurs, il existe, quelle que soit la souche de VIA considérée, une grande variabilité dans l'excrétion de virus. Les publications existantes montrent en effet que les voies et l'intensité d'excrétion peuvent être variables d'un VIA à l'autre et d'une espèce de volaille à l'autre. Toutefois, d'une manière générale, la quantité de virus infectieux émise est supérieure pour les virus IAHP (Bertran, Dolz, et Majó 2014, Pantin-Jackwood *et al.* 2016, Pantin-Jackwood *et al.* 2017, Swayne et Beck 2005), pour lesquels la dose infectante est de surcroit plus faible (Swayne et Slemons 2008).

Afin de tenir compte de cette grande variabilité, les experts se sont placés dans les conditions les plus défavorables, quelles que soient la souche virale et l'espèce de volaille considérée. Leur réflexion a été menée en posant le postulat selon lequel le virus était bien adapté à l'espèce infectée. Seul le caractère HP/FP a été distingué vis-à-vis des intensités d'excrétion.

La réceptivité a été considérée comme maximale pour la suite du raisonnement.

L'évènement indésirable considéré dans le traitement de la présente saisine est la contamination d'un élevage de volailles de reproducteurs par la voie environnementale, à partir d'un élevage de volailles voisin infecté mais non encore détecté, ou à partir de ses déjections (qu'il s'agisse d'un élevage de production ou de reproduction), l'approche doit nécessairement rester suffisamment globale pour que le gestionnaire puisse adopter des mesures applicables, quelle que soit la situation.

Les experts ont donc pris en compte de manière globale le risque d'introduction de virus influenza aviaire dans un élevage à l'étage de reproduction, sans distinguer les différentes souches de VIA du point de vue de la réceptivité des hôtes, ni les différentes voies d'excrétion associées. Seul le caractère HP/FP a été distingué vis-à-vis des intensités d'excrétion.

3.2. Appréciation de la probabilité d'émission du danger

La probabilité d'émission du danger par une source (ici, l'élevage de volailles et ses déjections) dépend à la fois :

- de la probabilité pour l'élevage d'être contaminé (dépendante de la situation géographique, de la densité d'élevages dans la zone, de la situation épidémiologique, etc ...),
- des caractéristiques intrinsèques de l'élevage contaminé.

Pour la présente expertise, par souci de simplification pour les mesures de gestion ultérieures, les experts n'ont pas intégré dans leur évaluation l'ensemble des facteurs intervenant dans la probabilité de contamination d'un élevage et n'ont pris en compte que la caractéristique intrinsèque de l'élevage contaminé. Ainsi les experts ont circonscrit leur raisonnement à une situation effective de contamination dans l'élevage (avant sa détection), en s'affranchissant, en amont, de la probabilité de sa contamination. La probabilité d'émission du danger est donc estimée en postulant que l'élevage est contaminé, mais non détecté.

Par ailleurs, cette probabilité d'émission du danger a été considérée comme la probabilité d'émettre une concentration suffisante de virus pour permettre l'infection d'un lot de volailles de reproduction.

Deux sources principales d'émission du danger sont identifiées : l'élevage de volailles d'une part ; les déjections de l'élevage d'autre part. Ces deux sources ont été considérées séparément.

3.2.1. Elevage contaminé

Plusieurs facteurs interviennent dans l'émission du danger par l'élevage contaminé (cf. schéma évènementiel, annexe 2) et sont à prendre en compte pour estimer la probabilité de cette émission. Seuls les facteurs majeurs de transmission ont été envisagés. Les autres facteurs de transmission possibles, tels que les insectes (mouches, ténébrions), les petits rongeurs et l'avifaune commensale (Anses 2016), probablement d'impact très limité, n'ont pas été pris en compte dans cette appréciation du risque.

L'approche qualitative adoptée par les experts conduit à des estimations globales de l'émission et de l'exposition, en distinguant d'une part un facteur considéré comme prépondérant dans l'émission, et, d'autre part, d'autres facteurs, qu'ils ont considérés comme aggravants ou d'amélioration (taille des élevages, type de production et type de bâtiment). Ainsi, pour l'estimation de la probabilité d'émission, la quantité cumulée de virus infectieux excrété avant détection a été considérée comme facteur prépondérant et dépend : (i) du délai de détection en élevage et (ii) de la quantité de virus infectieux excrétée par l'hôte. La fréquence des mouvements de volailles, associés aux sorties d'animaux et le type de bâtiment d'élevage et de ventilation viennent moduler cette probabilité d'émission initiale, que les experts ont dénommée « primaire », et sont considérés comme facteurs aggravants.

➤ Quantité cumulée de virus infectieux excrété avant détection ou probabilité d'émission « primaire »

La quantité totale de particules infectieuses émises, avant détection du foyer est d'autant plus importante :

- que la souche induit une excrétion virale importante par chaque volaille infectée (plus forte excrétion pour un virus IAHP que pour un virus IAFP)
- que les signes cliniques chez les volailles resteront longtemps non détectés, permettant à l'infection de se développer silencieusement.

Ainsi, au cours du temps, la quantité cumulée de virus infectieux excrété par l'élevage avant détection est la résultante des cinétiques individuelles d'excrétion et de la dynamique de l'infection dans l'élevage.

Il faut également rappeler que la survie dans l'environnement des particules infectieuses dépend des conditions climatiques.

- Pour le cas où aucun examen, aucun test particulier n'est réalisé dans un élevage, la difficulté de détection d'un foyer à VIA est directement liée à la symptomatologie développée. Or cette symptomatologie dépend fortement de l'espèce aviaire et de sa sensibilité aux différents VIA.
 - L'intensité de la symptomatologie est variable d'un VIA à l'autre : souvent fruste dans le cas d'une infection à IAFP, ce qui en retarde la détection par rapport à un foyer à IAHP pour une même espèce (Pantin-Jackwood et Swayne 2009, Spackman *et al.* 2010, Spickler, Trampel, et Roth 2008), la

symptomatologie peut dans certains cas toutefois être évidente chez dindes et *Gallus*, pour certains VIA, même faiblement pathogènes.

- Cette symptomatologie est également variable pour un même VIA en fonction des espèces et de l'âge des volailles, ce qui peut en rendre la détection plus difficile dans certaines productions (en filière canards par exemple). En raison de cette sensibilité¹ variable des espèces d'oiseaux vis-à-vis d'un même VIA, la détection de ces virus est généralement plus précoce dans des élevages de *Gallus* que dans des élevages d'anatidés (Swayne et Slemmons 2013).
- La quantité de virus infectieux excrétée par les oiseaux infectés, quant à elle, est très différente selon qu'il s'agit de virus HP ou FP. Elle est plus élevée en cas d'influenza aviaire hautement pathogène qu'en cas d'influenza aviaire faiblement pathogène. Comme indiqué supra (point 3.1 – caractérisation du danger), les experts n'ont pas pu intégrer dans leur évaluation de risque la variabilité d'excrétion selon les espèces d'oiseaux considérées, pour un même VIA, et ont considéré dans tous les cas que le virus était bien adapté à l'espèce infectée et que la réceptivité était maximale.

Les experts ont donc estimé la probabilité d'émission « primaire » de VIA d'un foyer d'une part pour des virus IAFP, et, d'autre part, pour des virus IAHP (cf. tableaux 2 et 3).

Tableau 2 : Probabilité d'émission « primaire » de virus IAFP en fonction du délai avant détection de cette infection et de la quantité cumulée de virus infectieux excrétée

	Canard*, Oie	Caille, Pintade, Faisan, Perdrix	<i>Gallus</i> , Dinde
Délai avant détection, en lien avec les signes cliniques	++/+++	+ / ++	- / +
Excrétion virale associée	+ / ++	+ / ++	+ / ++
Probabilité d'émission primaire de virus IAFP	[3-7]	[2-5]	[1-3]

* Y compris canards colverts (*Anas platyrhynchos*)

Tableau 3 : Probabilité d'émission « primaire » de virus IAHP en fonction du délai avant détection de cette infection et de la quantité cumulée de virus infectieux excrétée

	Canard*, Oie	Caille, Pintade, Faisan, Perdrix	<i>Gallus</i> , Dinde
Délai avant détection, en lien avec les signes cliniques	+ / +++	- / +	-
Excrétion virale associée	+++	+++	+++
Probabilité d'émission primaire de virus IAHP	[5-9] ²	[2-5]	[1-2]

* Y compris canards colverts

¹Définition de la sensibilité : aptitude à exprimer cliniquement l'action d'un agent pathogène

²Borne supérieure élevée car il a été montré que sur certaines souches, chez les canards, les symptômes cliniques peuvent être quasi absents

Ainsi, les élevages de palmipèdes présentent la plus forte probabilité d'émission « primaire » de virus, avec une probabilité plus élevée pour les virus IAHP. Viennent ensuite les élevages de cailles, pintades, faisans et perdrix et enfin les élevages de dinde et *Gallus gallus* ; la différence liée aux virus IAFP/IAHP étant moins forte pour ces 2 derniers groupes d'espèces.

➤ Facteurs aggravants ou d'amélioration de la probabilité d'émission

• Taille des élevages

L'importance de l'excrétion virale dépend également de l'effectif de volailles présentes susceptibles d'excréter du virus : la quantité totale de virus excrété est d'autant plus élevée que l'effectif est important. Ce facteur est très variable en fonction des productions : habituellement plus élevé pour les *Gallus gallus* que pour d'autres espèces (les effectifs pouvant atteindre quelques centaines de milliers d'individus dans cette production), l'effectif est toutefois très dépendant des élevages eux-mêmes.

La taille de l'élevage, et par là même son effectif, s'il est important, constitue donc un facteur aggravant de l'émission.

• Types de production

Le **type de production** induit des **mouvements plus ou moins fréquents, associés aux sorties d'animaux**, ce qui influe sur la probabilité d'émission de VIA.

En effet, à chaque sortie de bande, la manipulation et le transport des animaux s'accompagnent d'une dispersion de poussières potentiellement contaminées ou de plumes contaminées voire infectées en cas d'IAHP (multiplication de virus au niveau du follicule plumeux, cf. Nuradji *et al.* 2015). Plus les temps d'élevage sont courts, plus les manipulations et le transport des volailles et de leurs déjections sont fréquents, augmentant la probabilité d'émission de virus.

Le facteur « type de production » est donc un facteur aggravant (de la probabilité d'émission) qui suit un gradient, fonction de la fréquence des transports. Cette fréquence des mouvements varie de quelques semaines à une année : par exemple, canards en gavage (rotation toutes les 2 semaines), poulet de chair (durée de vie courte, 5 semaines), productions de plus longue durée (3-4 mois pour les canards de barbarie, dinde, pintade), volailles de ponte (une année) (cf. tableau 4, durées d'élevage).

Les expéditions quotidiennes d'œufs à couvrir n'ont pas été retenues comme facteur d'émission de particules infectieuses compte tenu des importantes mesures de biosécurité appliquées à cette production.

Tableau 4 : Durées d'élevage selon les espèces et les types de production

Types de production	Mode d'élevage : Plein air/clausturation	Durée d'élevage
Volailles reproductrices (les œufs à couver peuvent être désinfectés sur place ou être transportés puis désinfectés au couvoir)	Clausturation	Expédition quotidienne d'œufs à couver
Canard gras Gavage	Clausturation	2 semaines
Oies en gavage	Clausturation/plein air	2 semaines
Canard gras Démarrage	Clausturation	4 semaines
Canard colvert	Plein air	5-6 semaines
Poulet chair export	Clausturation	5 semaines
Poulet chair standard	Clausturation	5 à 7 semaines
Poulet chair Label Rouge/Bio	Plein air	> 11,5 semaines
Caille (chair)	Clausturation	6 semaines
Oies démarrage	Clausturation	7 semaines
Oies Label rouge/bio	Clausturation	7 à 20 semaines
Canard PAG	Plein air	9 semaines
Dinde	Clausturation	12 semaines
Dinde Label Rouge/AOP/Bio	Plein air	14 (♀) à 20 (♂) semaines
Canard de chair	Clausturation	10 (♀) à 12 (♂) semaines
Canard de chair Label Rouge/Bio	Plein air	10,5 (♀) à 13,5 (♂) semaines
Pintade	Clausturation	11 semaines
Pintade Label Rouge/Bio	Plein air	14 semaines
Poulettes	Clausturation/plein air	18 semaines
Caille (œufs de consommation)	Clausturation	6-8 mois
Poule pondeuse	Clausturation/plein air	1 an

Les experts ont proposé dans le tableau 5 ci-dessous une gradation de l'aggravation de l'intensité d'émission pour ce facteur.

Tableau 5 : Aggravation de l'émission de VIA en fonction de la fréquence des mouvements des volailles liée à leur durée d'élevage

Durée d'élevage	Moins d'un mois	1 à 3 mois	3 à 6 mois	Plus de 6 mois
Fréquence des mouvements des volailles	Mouvements très fréquents	Mouvements fréquents	Mouvements peu fréquents	Mouvements très peu fréquents
Aggravation de l'émission de VIA	+++	++	+	+/-

Il convient de noter que ce facteur aggravant intervient essentiellement dans le cas d'une détection retardée (infection asymptomatique échappant à la surveillance événementielle).

- Type de bâtiment d'élevage et de ventilation

Selon les productions, les volailles sont élevées en clausturation, avec ou sans ventilation par extraction d'air, ou en bâtiment associé ou non à un parcours plein air. La probabilité d'émission de virus par aéropontage dépend donc également du type d'élevage.

Ce facteur est considéré comme aggravant la probabilité d'émission depuis l'élevage de volailles.

Il est possible d'établir un gradient dans l'intensité et la concentration de l'aéroportage de VIA selon le type d'élevage considéré, du moins élevé vers le plus élevé :

- élevage en claustration, en ventilation statique (aussi appelée ventilation naturelle),
- élevage plein air,
- élevage en claustration avec ventilation dynamique par extraction active d'air.

Pour les élevages plein air, les experts ont considéré que l'émission importante de virus par les volailles infectées était en partie compensée par la dilution des particules virales dans l'environnement du parcours plein air. Cette dilution réduit la concentration du virus dans l'air, et par voie de conséquence diminue la probabilité d'émission par aéroportage d'une concentration virale dans l'air suffisante pour infecter un lot de volailles en reproduction. Ils ont considéré que cette dilution s'opérait également pour les élevages en claustration en ventilation statique. En revanche, les élevages en claustration avec ventilation dynamique génèrent un flux d'air contenant une concentration plus élevée de virus. Ce phénomène augmente d'autant la probabilité d'émission.

Les experts ont proposé dans le tableau 6 ci-dessous une gradation d'intensité pour ce facteur aggravant :

Tableau 6 : Niveau de concentration comparée de VIA en fonction des types de bâtiments d'élevage

Type d'élevage	Claustration en ventilation statique et plein air	Claustration avec ventilation dynamique par extraction active d'air
Niveau de concentration de VIA dans l'air	-/+	++

L'appréciation qualitative de la probabilité d'émission, estimée dans un premier temps à partir du facteur prépondérant que représente la quantité cumulée de virus infectieux excrété avant détection en fonction des espèces, peut donc se trouver augmentée en fonction du type de bâtiment et du type de production.

Ainsi, au final, la probabilité d'émission de VIA est la plus élevée à partir d'un élevage - infecté en IAHP- de canards gras en gavage en claustration avec extraction active d'air, alors qu'elle serait la plus faible pour un élevage - infecté en IAFP - de taille modeste de poules pondeuses en bâtiment. Ceci résulte, pour les canards : (i) de la quantité de virus infectieux excrétée, (ii) d'une détection plus difficile (symptômes frustes), (iii) du type de bâtiment (claustration avec extraction d'air), et (iv) des mouvements associés aux sorties d'animaux (environ tous les 15 jours).

3.2.2. Lisiers, fumiers et fientes contaminés provenant du foyer à VIA

Les élevages avicoles produisent des lisiers, fumiers ou fientes sèches qui, dans la suite du document, seront regroupés sous le terme de « déjections ». En effet, il était impossible, en l'état actuel des connaissances, d'établir une distinction entre les différentes natures de déjections, quant à la probabilité d'émission de virus qu'elles engendrent lors de leur épandage. Les experts ont en revanche distingué les différentes pratiques d'épandage et la

probabilité d'émission de virus correspondante, soit par aérosolisation (pour les effluents liquides), soit par émission de poussières (déjections sèches) et/ou par transport mécanique (via la faune sauvage).

Plusieurs facteurs interviennent dans l'émission du danger par les déjections (cf. schéma évènementiel, annexe 2) et sont à prendre en compte pour estimer la probabilité de cette émission. Les experts ont analysé ces différents facteurs et n'ont pas retenu ceux qui avaient un poids négligeable dans la probabilité d'émission.

- Espèce de volaille concernée

Comme indiqué supra, compte tenu de l'impossibilité d'établir (i) une réceptivité comparée des différentes espèces de volailles aux VIA existants, et (ii) un gradient de la concentration en VIA entre déjections des différentes espèces de volailles étudiées, les experts ont considéré la concentration en VIA comme maximale, quelle que soit l'espèce envisagée.

- Persistance du VIA dans le milieu extérieur et conditions météorologiques

La persistance d'une quantité suffisante de particules infectieuses de VIA dépend de plusieurs facteurs : (i) la quantité initiale de VIA présente, (ii) la température et l'exposition aux UV, (iii) la présence de matières organiques, (iv) le pH et la salinité du milieu (pour la survie dans l'eau), (v) l'humidité du milieu (pour la survie dans les fientes et sur les surfaces contaminées (Delabouglise *et al.* 2017, Shaman et Kohn 2009, Thai *et al.* 2015)), et (vi) la souche de VIA. De façon générale, la persistance des VIA est diminuée par une température ambiante élevée et par la dessiccation de la matrice (Brown *et al.* 2014, Stallknecht et Brown 2009).

Le facteur temps est également à prendre en compte. La majorité des données bibliographiques montre que pour les matrices testées (fientes, litières et fumiers, divers matériaux et surfaces), la persistance des VIA dans le milieu extérieur à des températures comprises entre 15 et 25°C est variable entre sous-types de VIA mais également entre souches de même sous-type, et est généralement comprise entre moins de 24h et 13j dans les fientes. Toutefois, certaines études indiquent des valeurs plus importantes (exemple : Nazir *et al.* (2011), prédisant une persistance à 20°C de 23-39j selon les souches).

Ainsi, la durée de persistance est éminemment variable selon les sources bibliographiques, qui suggèrent deux types de conclusions :

- La persistance du virus est à prendre en compte dans l'estimation de la probabilité d'émission et peut être considérée comme pouvant être comprise entre quelques jours (au minimum) et 39 jours au maximum, à une température de 20°C. Cependant, cette durée serait plus longue pour une température inférieure.
- Cette persistance dépend beaucoup des conditions météorologiques lors de l'épandage, qui doivent donc être considérées comme un facteur aggravant ou d'amélioration de la probabilité d'émission :
 - Aggravant en cas de météo froide et humide, favorable à la survie du virus,
 - D'amélioration en cas de météo chaude et ensoleillée (sécheresse, température élevée et indice UV important).

- Pratiques de stockage des déjections

Les déjections de volailles sont stockées selon plusieurs modalités (cf. tableau 7) :

- lisier et fientes sèches, stockés en zone couverte. Ces deux modes de stockage n'ont pas été identifiés comme à risque par les experts.
- Fumier en tas, éventuellement au champ. La plupart du temps, le fumier est humide et agrégé, non dispersé. Cependant, le séchage en surface du tas de fumier peut donner lieu à des émissions de poussières, dispersées par le vent, qui peuvent véhiculer des particules virales infectieuses. Dans ce cas, la dessiccation et les UV réduisent à quelques jours la survie du virus dans le milieu extérieur. Par conséquent, la probabilité associée à l'émission de poussières véhiculant des particules virales infectieuses a été estimée par les experts comme quasi nulle à minime (soit d'une valeur de 1 à 2 sur échelle de 0 à 9), à la fois pour l'élevage reproducteur considéré et pour l'avifaune sauvage se trouvant dans le voisinage.

Ainsi, seul a été finalement retenu le risque associé à un contact direct de la faune sauvage avec ces déjections stockées. Il concerne la surface du tas de fumier et uniquement pour la période qui suit le dépôt de ces déjections, cette période relativement courte étant dépendante des conditions climatiques.

- Pratiques d'épandage des déjections

Les pratiques d'épandage sont encadrées essentiellement par deux textes réglementaires :

- l'Arrêté du 27 décembre 2013 du ministère chargé de l'environnement, portant sur les installations classées pour la protection de l'environnement. Cet arrêté fixe notamment des distances minimales à respecter pour l'épandage des différents effluents d'élevages par rapport à divers éléments de l'environnement et d'habitations.
- l'Arrêté du 8 février 2016 du ministère chargé de l'agriculture, relatif aux mesures de biosécurité en élevage de volailles. Concernant les effluents d'élevage, cet Arrêté reprend des dispositions de la directive 2005/94/CE en les complétant, ainsi que du Règlement (CE) n° 1069/2009.

L'instruction technique DGAL/SDSPA/2017-906 précise certains éléments de l'Arrêté du 8 février 2016, notamment sur les modalités d'assainissement rapide des déjections, évoquées à l'article 11 de l'Arrêté, dont les méthodes doivent être validées par instruction du ministre en charge de l'agriculture.

Ces différents éléments réglementaires sont repris dans les fiches techniques de biosécurité contre l'influenza aviaire disponibles sur le site de l'ITAVI (Itavi, fiches techniques).

Les experts ont utilisé ces différents éléments réglementaires pour dresser le tableau 7 des pratiques répertoriées de stockage et d'épandage en fonction du type de déjection. Les experts soulignent que leur estimation a été faite sur la base des principes suivants :

- Non remise en cause, par les experts, des différentes modalités d'assainissement décrites (assainissement naturel ou par d'autres procédés) vis-à-vis des VIA, celles-ci étant répertoriées dans les différentes réglementations citées ci-dessus ;

- Respect par les professionnels des pratiques répertoriées dans ces fiches techniques de biosécurité. Ainsi, par exemple, l'assainissement du lisier implique le respect d'une durée de stockage de 60 jours, sans apport de lisier supplémentaire dans la fosse (Le Bouquin *et al.* 2017, Arrêté du 8 février 2016). Par ailleurs, les autres matériels d'épandage éventuellement utilisés par les professionnels mais non cités (ni recommandés) dans les fiches de biosécurité n'ont pas été pris en compte.

Sur cette base, les experts ont considéré que les modalités d'épandage des déjections ne présentaient un risque qu'à partir du moment où cet épandage était réalisé sans assainissement préalable des déjections (dernière colonne du tableau 7 et cas particulier de la colonne méthanisation à la ferme).

Tableau 7 : différentes pratiques répertoriées de stockage et d'épandage en fonction du type de déjection

Modalités d'assainissement				
	Assainissement naturel par stockage	Assainissement rapide par chaulage ³ ou méthanisation, ou compostage à la ferme	Autre procédé d'assainissement	Absence d'assainissement ⁴
Lisier	60 jours de stockage. Il est recommandé de couvrir les fosses de stockage. Puis épandage sans enfouissement immédiat	Chaulage : chaux vive diluée à 600g/L dans la fosse, maintien du pH >12 pendant 7 jours, montée en température entre 40° et 50°C (fiches biosécurité). L'assainissement sur place par chaulage est une méthode surtout réservée à la gestion des foyers car elle n'est pas sans poser des problèmes pratiques de mise en œuvre (Instruction DGAL). Méthanisation : attention à ne pas mélanger le lisier entrant avec le digestat assaini. S'il y a hygiénisation des matières, aucune contrainte sanitaire supplémentaire ne s'applique à l'utilisation des digestats produits ; s'il n'y a pas hygiénisation, mais qu'un stockage d'au moins 60 jours est garanti, le digestat est sans contrainte sanitaire supplémentaire → épandage sans enfouissement immédiat ; en l'absence d'hygiénisation et sans la garantie d'un stockage de 60 jours, le digestat doit être épandu avec enfouissement immédiat (Instruction DGAL).	Dans des usines agréées au titre du Règlement n° 1069/2009 : méthanisation, etc.	Obligation d'enfouir immédiatement : - Injecteurs à dents ou à disques suivis de recouvrement ou rouleaux fixes. - Rampe à pendillards ou rampe à buse immédiatement suivies d'un second engin pour réaliser l'enfouissement par covercrop à 10-15cm profonde
	Tout type de matériel. Respect des distances d'épandage vis-à-vis d'un bâtiment hors-sol (environ 50m)			L'utilisation de buses à palette est à proscrire (aérosols)
Fientes sèches	60 jours de stockage. Si fientes > 35% MS, stockage sous hangar ou plateforme couverte avec mur de 1,5m de haut, étanche sur 3 côtés. Si séchage des fientes et taux de MS > 65%, stockage sous hangar ou au champ avec bâche imperméable à l'eau et perméable aux gaz. Puis épandage sans enfouissement immédiat	Chaulage : mélange des fientes avec la chaux vive à l'aide d'un procédé mécanisé après chargement des fientes dans une trémie d'alimentation. Dosage : 7 à 10% du mélange. Stockage de 7 jours avant épandage, montée en température rapide à 70°C, mesurée avec une sonde (fiches biosécurité). L'assainissement sur place par chaulage est une méthode surtout réservée à la gestion des foyers car elle n'est pas sans poser des problèmes pratiques de mise en œuvre (Instruction DGAL). Séchage-compostage : pré-séchage pendant quelques jours par ventilation, stockage sur aire bétonnée étanche (sous hangar). Température à cœur et en sub-surface de 70°C, à contrôler régulièrement à l'aide d'une sonde (fiches biosécurité). Le temps de maturation des matières pour la fabrication du compost étant supérieur à 60 jours, l'utilisation du compost produit est sans contrainte sanitaire supplémentaire → épandage sans enfouissement immédiat (Instruction DGAL)	Dans des usines agréées au titre du Règlement n° 1069/2009 : méthanisation, compostage, etc ...	Obligation d'enfouir immédiatement : - épandeur à table d'épandage - ou épandeur à hérissons verticaux ou horizontaux sous réserve qu'un enfouissement soit pratiqué immédiatement après le chantier d'épandage (bineuse sarcluse à soc ou à disques), ou labour. Actions successives obligatoirement dans la même journée.
	Epandeur à table d'épandage, épandeur à hérissons verticaux			

³ Les fiches ITAVI indiquent qu'il existe à ce jour peu de références sur cette méthode. Des études sont en cours.

⁴ L'envoi de déjections non assainies chez un prêteur de terre pour épandage s'accompagne pour ce dernier d'une obligation d'enfouir immédiatement

Fumier	<p>42 jours de stockage en tas. Le stockage au champ est possible si les fumiers sont compacts et non susceptibles d'écoulement. 9 mois maximum de stockage. Pas de stockage au même endroit avant 3 ans.</p> <p>Puis épandage sans enfouissement immédiat</p>	<p>Chaulage : chaux vive à 30 kg/tonne de fumier, stockage de 7 jours en andain avant épandage, montée en température à 70°C, mesurée avec une sonde (fiches biosécurité). L'assainissement sur place par chaulage est une méthode surtout réservée à la gestion des foyers car elle n'est pas sans poser des problèmes pratiques de mise en œuvre (Instruction DGAL).</p> <p>Compostage durant 6 semaines (mise en andain ou sur silo bétonné et étanche, retournements réguliers) puis maturation de 6 semaines. Le compostage au champ est à éviter (fiches biosécurité).</p> <p>Puis épandage sans enfouissement immédiat</p>	<p>Dans des usines agréées au titre du Règlement n° 1069/2009 : méthanisation, compostage, etc ...</p>	<p>Obligation d'enfourir immédiatement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - épandeur à table d'épandage - ou épandeur à hérissons verticaux ou horizontaux <p>sous réserve qu'un enfouissement soit pratiqué immédiatement après le chantier d'épandage (bineuse sarclouse à soc ou à disques), ou labour.</p> <p>Actions successives obligatoirement dans la même journée.</p>
	<p>Epandeur à table d'épandage, épandeur à hérissons verticaux</p>			

En cas d'épandage des déjections sans assainissement préalable, les facteurs de risque suivants ont été envisagés :

- matériels d'épandage favorisant l'aérosolisation des déjections ou la mise en suspension de poussières,
- conditions météorologiques lors de l'épandage,
- délai entre épandage et enfouissement, permettant un contact direct déjections-faune sauvage.

De la même manière que pour l'émission à partir de l'élevage infecté (3.2.1), les experts ont distingué le facteur considéré comme prépondérant dans l'émission, des autres facteurs qu'ils ont considérés comme aggravants (ou, à l'inverse, d'amélioration). Ainsi, le type de matériel d'épandage a été considéré comme facteur prépondérant pour l'estimation de la probabilité d'émission. Les conditions météorologiques lors de l'épandage et la durée entre épandage et enfouissement viennent moduler cette probabilité d'émission et sont considérés comme facteurs aggravants ou d'amélioration.

➤ Facteur prépondérant de la probabilité d'émission : le matériel d'épandage

Les différents matériels d'épandage sont représentés dans la figure 1 ci-dessous :

Figure 1 : différents matériels d'épandage de déjections liquides ou solides



Injecteur à dents



Pendillard



Epandeur à table d'épandage



Epandeur à hérissons verticaux ou horizontaux



Rampe à buse



Buse à palette

Hormis le système d'injecteur (à dents ou à disques), le matériel d'épandage provoque une aérosolisation de gouttelettes et/ou la diffusion dans l'air de poussières provenant des déjections épandues. Les experts ont considéré que la probabilité d'émission dans l'air de VIA au travers de l'épandage allait croissant depuis l'injecteur jusqu'aux rampes à buse ou buse à palette, comme l'indique le tableau 8.

Tableau 8 : Probabilité d'émission de VIA au cours de l'épandage des déjections, par diffusion dans l'air

Matériel utilisé	Injecteur	Pendillard	Epandeur à table d'épandage ou à hérissons verticaux/horizontaux	Rampe à buses Buse à palette
Probabilité d'émission de VIA par l'épandage de déjections non assainies	0	[2-3]	[4-5]	[5-7]

➤ Facteurs aggravants ou d'amélioration de la probabilité d'émission

- Conditions météorologiques

Comme indiqué précédemment, les conditions météorologiques au moment de l'épandage peuvent moduler cette probabilité d'émission dans l'air de VIA. Si elles tendent à maintenir le virus dans l'environnement, elles favorisent sa propagation (Bronner *et al.* 2017).

- Intervalle épandage-enfouissement

A ce facteur météorologique s'ajoute celui du contact avec la faune sauvage des déjections épandues avant enfouissement, que les experts ont considéré comme étant un facteur aggravant. Hormis l'injecteur, tous les matériels utilisés induisent un certain délai entre épandage et enfouissement, qui peut être de quelques minutes à une journée. La probabilité de contact est donc d'autant plus élevée que le temps entre épandage et enfouissement est important, impactant d'autant la probabilité d'émission liée à l'épandage des déjections.

En ce qui concerne les zones d'épandage, d'après la revue d'articles de Velkers *et al.* 2017, les rongeurs peuvent contribuer à la dispersion de ferme en ferme de l'IA car ils peuvent être excréteurs ou simplement vecteurs passifs. Il est noté que la distance parcourue par certains rongeurs entre leurs différents points d'approvisionnement peut être de 500 m. D'après d'autres auteurs, dans des cas extrêmes, la distance parcourue par un rat qui change d'habitat peut atteindre 1 000 m, (voire même plusieurs kilomètres). Ces rongeurs peuvent notamment contaminer mécaniquement en partie les stocks de paille ou de copeaux pour la litière des volailles. Cependant les rongeurs ont été considérés comme ayant un impact aggravant faible (en raison à la fois de la distance parcourue et de leur faible densité, notamment dans les zones labourées). Quant aux oiseaux, seuls les laridés (goélands et mouettes), compte tenu de leur attirance pour les lisiers, ont été retenus comme espèces pouvant intervenir dans la diffusion du VIA, dans ce contexte. Les experts n'ont pas tenu compte d'autres espèces d'oiseaux, comme les rapaces, dont la probabilité de diffusion de VIA à partir des déjections est considérée comme nulle à quasi nulle. Outre la possibilité qu'ils s'infectent eux-mêmes, les laridés pourraient avoir un rôle de transport mécanique de virus à proximité des élevages de reproduction (pattes contaminées). Les laridés peuvent parcourir entre 1 et 10 km en quelques minutes après avoir été en contact avec des déjections épandues, éventuellement contaminées. La possibilité de contact de ces oiseaux avec les déjections épandues constitue un facteur aggravant plus important que les rongeurs.

En conclusion, la probabilité d'émission de VIA à partir de l'épandage des déjections non assainies peut être évaluée entre 0 et 7. Elle est considérée comme nulle lorsque les déjections sont assainies.

L'importance du stockage des déjections sur la probabilité d'émission de VIA a, quant à elle, été considérée comme quasi-nulle à minime, (de 1 à 2 sur une échelle de notation de 0 à 9) en tenant compte du seul risque associé à un contact direct de la faune sauvage avec ces déjections stockées, pour la période relativement courte qui suit le dépôt de ces déjections.

3.3. Appréciation de l'exposition au danger

Comme indiqué dans la partie 3.1 (Caractérisation du danger), il est impossible d'établir une réceptivité comparée des différentes espèces de volailles aux VIA existants. Les experts ont donc considéré que le virus était bien adapté à l'espèce infectée et que la quantité émise de particules infectieuses était maximale, quelle que soit l'espèce considérée.

Les élevages à l'étage de reproduction sont en quasi-totalité en bâtiments fermés, à l'exception de certains élevages d'oies, très minoritaires, et des élevages de gibier à plumes. Les experts se sont concentrés sur la situation majoritaire en élevage de reproduction, à savoir celle des élevages confinés.

Bien que les élevages de reproduction soient supposés appliquer des mesures de biosécurité maximale, plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour estimer la probabilité d'exposition d'un élevage de reproducteurs aux sources émettant du VIA (cf. schéma évènementiel, annexe 2). La distance de l'élevage de reproducteurs à l'élevage voisin ou à la zone d'épandage des déjections est considérée par les experts comme le facteur prépondérant, d'autres facteurs de variation (facteurs aggravants ou d'amélioration) pouvant moduler cette probabilité d'exposition : barrières mécaniques au regard de l'élevage récepteur, orientation des vents dominants, filtration de l'air d'entrée et mesures de biosécurité dans les élevages de volailles de reproducteurs.

La seule étude se rapprochant de la question de la saisine est celle de Duvauchelle *et al.*, 2013, consistant en une étude cas-témoin conduite entre février 2008 et février 2009, dans laquelle des élevages de canards reproducteurs ont été suivis en sérologie IA, pendant les 24 premières semaines de ponte. Certains d'entre eux sont devenus séropositifs et l'étude a cherché à identifier les facteurs de risque d'introduction des VIA dans ces élevages. Parmi ces facteurs, la distance à d'autres élevages ressort comme pertinente. Cette étude ne permet néanmoins pas de répondre exactement à la question de la saisine, dans la mesure où les élevages voisins ne sont pas identifiés comme infectés et où seule l'espèce canard est prise en considération.

Concernant la distance entre élevages, les données bibliographiques disponibles, traitant directement ou indirectement de questions de contamination d'un élevage par un élevage voisin ou par ses déjections, ne peuvent s'appliquer *sensu stricto* à la situation étudiée dans la présente saisine. En effet, les quelques publications se rapportant à cette problématique portent sur des conditions/paramètres très différents de ceux envisagés dans la présente saisine et non comparables à la situation française : souches virales considérées, espèces aviaires, élevages (généralement non reproducteurs), pays très variés et expérimentations/études réalisées en condition d'épizootie.

L'ensemble de ces publications est donc à prendre avec précaution, ce qui induit une relative incertitude dans les distances à proposer.

➤ Facteurs prépondérants de la probabilité d'émission

• Distance entre l'élevage de reproduction et l'élevage voisin

• Les experts ont prioritairement considéré la seule étude se rapprochant des questions de la saisine : l'étude de Duvauchelle *et al.*, 2013 (France, élevages de canards reproducteurs). Dans cette étude, les facteurs de risque suivants ont été identifiés (HR=Hazard ratio = facteur de multiplication du risque) :

- Présence à moins d'1 km d'élevages de canards (Hazard ratio -HR- = 4.4 [2.0-9.8]),
- Présence à moins d'1 km d'élevages de volailles (tout type) HR=3.3 [2.4-4.5],
- Présence à moins de 2 km d'installations avicoles (par exemple : couvoir). HR=2.23 [0.9-5.7]

• Pour les quelques autres publications existantes et d'intérêt pour les experts, les distances suivantes ont été identifiées :

- Torremorrel *et al.*, 2016 (USA, élevages de dindes), indiquent que la voie aérienne permet la dissémination des particules infectieuses de VIA, qui ont pu être retrouvées jusqu'à 70 m autour des élevages.
- Nishiguchi *et al.*, 2007 (Japon, élevages de *Gallus gallus*, isolement viral), indiquent que la dissémination de virus est dépendante de la distance entre élevages. Ainsi, lorsque celle-ci est de moins de 500 m, l'Odds ratio (OR) est alors de 8.6 [1.2-61.8]. La valeur décroît pour les distances plus grandes, mais les auteurs indiquent que le risque doit demeurer encore important pour une distance supérieure à 1 500 m.
- Fasina *et al.*, 2011 (Nigéria, élevages de *Gallus gallus*), indiquent un OR de 3.48 [1.4-8.7] pour la présence d'un élevage infecté à une distance d'1 km.
- Boender *et al.*, 2007 (Hollande, élevages de *Gallus gallus*), ont montré que la probabilité qu'un élevage s'infecte est de 1 à 2% s'il est situé à une distance maximum de 2 km d'un foyer et de 0,05% si cette distance est supérieure à 10 km. Une baisse importante de la transmission est notée avec l'augmentation de la distance à un foyer.
- L'analyse particulière des données sanitaires relatives aux foyers français d'IAHP au 6 mars 2017 (Bronner *et al.*, 2017, France, élevages de galliformes), montre que le taux d'attaque était souvent inférieur à 15% dans un rayon de 1 km, inférieur à 10% dans un rayon de 3 km et inférieur à 6% dans un rayon de 10 km. Très peu de foyers sont apparus à plus de 10 km d'un foyer. Cependant, ces calculs ne distinguaient pas véritablement le voisinage par dispersion aérienne des autres facteurs de dissémination.
- Compte tenu de données bibliographiques difficilement comparables (notamment du fait qu'elles ont été établies dans un contexte d'épizooties d'importance majeure avec de multiples élevages infectés, alors que dans la présente saisine le raisonnement porte sur le risque représenté par un élevage infecté non détecté), les experts ont estimé qu'il était cohérent d'identifier 3 niveaux de probabilité d'exposition par voie aérienne de l'élevage reproducteur à une source d'émission de VIA (élevage voisin) en fonction de la distance à cette source, selon un gradient allant de moins de 1 km à plus de 3 km (tableau 9).

Tableau 9 : probabilité d'exposition d'un élevage reproducteur en fonction de la distance aux élevages voisins

Distance	Moins de 1 km	1 à 3 km	Plus de 3 km
Probabilité d'exposition	[4-9]	[2-3]	[0-1]

La probabilité d'exposition diminue de manière très importante et rapide avec la distance entre les élevages reproducteurs et les élevages voisins.

- Distance entre l'élevage de reproduction et la zone d'épandage ou de stockage de déjections

La seule publication d'intérêt pour les experts (Duvauchelle *et al.*, 2013, France, élevages de canards reproducteurs) indique les distances suivantes :

- épandage de déjections dans les 100 m HR=3.78 [1.4-9.7],
- présence de lisier dans les 100 m (fosse à lisier) HR=1.4 [1.1-1.9].

Aucune donnée n'est disponible pour des distances supérieures à 100 m.

La législation liée à l'épandage n'indique pas de distance minimale vis-à-vis d'un élevage à partir de laquelle celui-ci peut être réalisé. En effet, l'arrêté du 27/12/2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n° 2101 (bovins), 2102 (porcs), 2111 (volailles et gibiers à plumes) et 3660 (Élevage intensif de volailles ou de porcs), de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement est établie au regard des nuisances olfactives ou de la contamination de ressources en eau. Elle indique uniquement les distances à respecter vis-à-vis des habitations humaines et de certains éléments de l'environnement, parmi lesquels ne figurent pas les élevages.

Compte tenu du fait qu'il a été constaté sur le terrain la présence de champs de culture à moins de 10 m d'élevages de reproducteurs de volailles, les experts ont considéré que des épandages de déjections de volailles pouvaient avoir lieu, y compris à ces faibles distances. Ils ont donc conduit leur évaluation sur la base des données disponibles dans la publication citée ci-dessus et de cette réalité de terrain.

Les experts ont ainsi estimé la probabilité d'exposition de l'élevage reproducteur à une source d'émission de VIA (zone d'épandage) en fonction de la distance à cette source, selon un gradient allant de moins de 50 m à plus de 150 m (tableau 10).

Tableau 10 : probabilité d'exposition d'un élevage reproducteur en fonction de la distance à la zone d'épandage

Distance épandage/ élevage	< 50 m	50m - 150m	>150m
Probabilité d'exposition	[7-9]	[2-7]	1

Les probabilités d'émission étant beaucoup plus importantes à partir d'animaux vivants (élevages) qu'à partir de leurs déjections, les distances considérées pour estimer les probabilités d'exposition sont beaucoup plus grandes à partir des élevages infectés qu'à partir des épandages contaminés. En effet, la concentration de VIA dans l'air est probablement plus élevée auprès d'un élevage infecté contenant de nombreux animaux excréteurs, que depuis des déjections non assainies qui

sont obtenues par stockage progressif de quantités de déjections dont les premières, en parties assainies par le temps du stockage, diluent les dernières en concentration de VIA.

➤ Facteurs aggravants ou d'amélioration de la probabilité d'exposition

D'autres facteurs viennent moduler la probabilité d'exposition des élevages reproducteurs :

○ Barrières mécaniques au regard de l'élevage récepteur

Les barrières mécaniques (haies, rangées d'arbres, topographie du terrain) présentes entre l'élevage reproducteur et l'élevage contaminé, ou la zone d'épandage des déjections de cet élevage, peuvent limiter le transport aérien des virus et ainsi diminuer la probabilité d'exposition de l'élevage de reproduction au VIA.

○ Orientation des vents dominants entre l'élevage de reproduction et les élevages contaminés ou la zone d'épandage.

Si l'élevage de reproduction est sous les vents dominants d'un élevage voisin ou d'une zone d'épandage, sa probabilité d'exposition sera augmentée, mais cette augmentation est à moduler en tenant compte de la forme du nuage de dispersion en fonction du vent.

○ Filtration de l'air d'entrée dans l'élevage de reproduction et mesures de biosécurité

Les seuls sites équipés en filtration spécifique contre les virus en France sont quelques fermes « pedigree » en pouleuse, et quelques fermes « pedigree » en poulet de chair. Dans ce cas, il existe deux niveaux de filtration : à 10 µm puis 1 µm. Les filtres sont nettoyés et changés régulièrement. Ce niveau élevé de filtration retient la très grande majorité des particules et poussières pouvant porter des VIA. Pour rappel, la taille d'un VIA est d'environ 100 nanomètres (soit 0.1 µm), mais les virus sont portés dans l'air sur des particules de différentes tailles. Selon une étude de Torremorell *et al.* 2016, avec un virus H5N2 HP, les concentrations virales étaient significativement supérieures pour les particules supérieures à 9 µm et 3.3 µm respectivement en foyers de dindes et de pouleuses. Le virus H5N2 était détecté dans toutes les tailles de particules, mais l'isolement viral était dépendant de la taille des particules et limité aux particules supérieures à 2.1 µm.

Aussi, pour ces types d'élevage, la filtration permet de rendre nulle à quasi nulle la probabilité d'exposition de l'élevage par la voie aérienne.

Pour les autres élevages en reproduction dans l'espèce *Gallus gallus*, et d'une manière générale pour les autres élevages de volailles, il n'y a pas de filtration spécifique d'air sur les bâtiments, ni sur la partie sélection, ni sur la partie multiplication en élevage de reproduction (de dinde). Les filtres « non-spécifiques » classiquement utilisés servent alors simplement à retenir les particules de plus grosse taille qui pourraient véhiculer aussi les virus (plumes, poussières etc.).

De manière générale, la filtration de l'air à l'entrée d'un élevage de volailles de reproducteurs est un facteur d'amélioration vis-à-vis de la probabilité d'exposition de cet élevage aux VIA. Il est d'autant plus efficace que le filtre est adapté aux agents pathogènes visés.

○ Mesures de biosécurité des élevages de volailles de reproducteurs

Des mesures drastiques de biosécurité sont appliquées dans ces élevages : le personnel est tenu de prendre des douches et de ne pas détenir de volailles à titre personnel, la lutte contre les nuisibles est importante et il est très peu probable que des oiseaux sauvages puissent pénétrer dans les bâtiments.

Ainsi, même s'il a été envisagé, dans les facteurs d'émission de VIA, que les laridés puissent transporter du virus depuis les déjections épandues ou depuis des tas de fumier de volailles fraîchement stockés au champ, la probabilité d'exposition des élevages de reproducteurs à cette source d'émission est considérée comme quasi-nulle par les experts. S'il est plausible que ces oiseaux puissent se poser autour des bâtiments de reproducteurs, les mesures de biosécurité appliquées (entrée de personne, matériel, aliment etc.) dans les bâtiments rend très peu probable le transport de virus à l'intérieur de ces bâtiments. Cependant, la prise en compte des conditions de stockage de la litière (copeaux, paille), moins bien protégée, permet d'établir une probabilité de survenue d'une contamination par cette voie en croisant cette source de virus avec la probabilité d'exposition. Cette probabilité de survenue d'une contamination est quasi-nulle à minime (valeur de 1 à 2 sur une échelle de 0 à 9).

3.4. Probabilité de survenue du danger

La probabilité de survenue d'une contamination d'un élevage de reproducteurs par un VIA, depuis un élevage de volailles voisin ou depuis l'épandage de ses déjections, est la combinaison de la probabilité d'émission de VIA par ces sources et de la probabilité d'exposition de l'élevage. Son estimation a été réalisée selon la méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale (Afssa 2008), en appliquant le tableau de croisement repris en annexe 3.

3.4.1. Probabilité de survenue à partir d'un élevage voisin

Comme indiqué précédemment, la probabilité d'émission par un élevage voisin est principalement dépendante de la quantité cumulée de virus infectieux excrété avant détection dans cet élevage. La probabilité d'exposition de l'élevage reproducteur est, quant à elle, principalement dépendante de la distance à l'élevage voisin. L'estimation de la probabilité qualitative de survenue de l'infection est représentée ci-dessous dans le tableau 11 pour des virus IAFP et dans le tableau 12 pour des virus IAHP.

Tableau 11 : Probabilité de survenue d'une contamination d'un élevage de reproducteurs maintenus confinés, par un virus IAFP, depuis un élevage de volailles voisin en fonction de la distance à cet élevage.

	Types d'élevage de volailles voisin	Canard* Oie	Caille, Pintade, Faisans, Perdrix	<i>Gallus</i> Dinde
Distances	Probabilité d'émission	[3-7]	[2-5]	[1-3]
	Probabilité d'exposition	[3-7]	[2-5]	[1-3]
<1 km	[4-9]	[2-7]	[1-4]	[1-3]
1-3 km	[2-3]	[1-3]	[1-2]	[1]
>3 km	0-1]	[0-1]	[0-1]	0-1]

* Y compris canards colverts

En grisé : probabilité de contamination qualifiée de nulle à minime

Tableau 12 : Probabilité de survenue d'une contamination d'un élevage de reproducteurs maintenus confinés, par un virus IAHP, depuis un élevage de volailles voisin en fonction de la distance à cet élevage.

Distances	Types d'élevage de volailles voisin	Canard* Oie	Caille, Pintade, Faisans, Perdrix	<i>Gallus</i> Dinde
	Probabilité d'émission Probabilité d'exposition	[5-9]	[2-5]	[1-2]
<1 km	[4-9]	[3-9]	[1-5]	[1-2]
1-3 km	[2-3]	[2-3]	[1-2]	[1]
>3 km	0-1]	[0-1]	[0-1]	[0-1]

* Y compris canards colverts

En grisé : probabilité de contamination qualifiée de nulle à minime

Ces estimations de probabilités qualitatives peuvent par ailleurs se trouver :

- augmentées par les facteurs aggravants suivants :
 - o le type de ventilation du bâtiment d'élevage émetteur (par exemple ventilation dynamique),
 - o la fréquence des mouvements d'animaux liée aux durées d'élevage dans l'élevage émetteur (par exemple, durée d'élevage de 2 semaines pour les canards gras en gavage),
 - o la taille de l'élevage émetteur, si elle est importante,
 - o la position de l'élevage reproducteur sous les vents dominants,
 - o la densité en élevages autour de l'élevage reproducteur.
- diminuées voire annihilées par les facteurs d'amélioration suivants :
 - o les barrières mécaniques autour de l'élevage reproducteur,
 - o l'existence de filtres à air à l'entrée de l'élevage reproducteur.

3.4.2. Probabilité de survenue à partir des déjections d'un élevage voisin

Comme indiqué précédemment, la probabilité d'émission par des déjections d'un élevage de volailles est principalement dépendante du matériel utilisé pour leur épandage, provoquant ou non l'aérosolisation de gouttelettes ou la mise en suspension de poussières éventuellement contaminées. La probabilité d'exposition de l'élevage reproducteur est, quant à elle, principalement dépendante de la distance à la zone d'épandage. L'estimation qualitative (échelle de 9 niveaux) de la probabilité de survenue de l'infection est représentée ci-dessous dans le tableau 13.

Tableau 13 : Probabilité de survenue d'une contamination d'un élevage confiné de reproducteurs par un VIA à partir des déjections d'un élevage de volailles

	Types de matériel d'épandage	Injecteur	Pendillard	Epandeur à table d'épandage ou à hérissons verticaux/horizontaux	Rampe à buses Buse à palette
Distances	Probabilité d'émission Probabilité d'exposition	0	[2-3]	[4-5]	[5-7]
< 50 m	[7-9]	0	[2-3]	[3-5]	[4-7]
50-150 m	[2-7]	0	[1-3]	[1-4]	[2-6]
>150 m	1	0	1	1	1

En grisé : probabilité de contamination qualifiée de nulle à minime

Ces estimations de probabilité peuvent par ailleurs se trouver :

- Augmentées par les facteurs aggravants suivants :
 - o la durée de l'intervalle épandage-enfouissement des déjections (immédiatement / quelques heures à une journée),
 - o certaines conditions climatiques lors de l'épandage, agissant à la fois sur la distance de l'émission (vent) et la survie du virus dans l'environnement (humidité-basse température),
 - o l'abondance de la faune sauvage lors de l'épandage (notamment les laridés),
 - o la position de l'élevage reproducteur sous les vents dominants.
- Diminuées voire annihilées par les facteurs d'amélioration suivants :
 - o les barrières mécaniques autour de l'élevage reproducteur,
 - o l'existence de filtres à air à l'entrée de l'élevage reproducteur,
 - o certaines conditions climatiques lors de l'épandage (sécheresse, haute température) qui diminuent la survie du virus dans l'environnement,
 - o les mesures de biosécurité dans l'élevage reproducteur (vis-à-vis de la faune sauvage).

3.5. Incertitude et variabilité

Les experts attirent l'attention du gestionnaire sur les difficultés rencontrées dans la réalisation de cette évaluation, du fait de la grande variabilité des virus influenza et des relations hôtes-pathogènes, de la variété des espèces de volailles à envisager et du peu de données scientifiques disponibles sur cette thématique, relative à la contamination des élevages de reproducteurs par des élevages de volailles voisins.

Ainsi, il apparaît que :

- **l'appréciation de la probabilité d'émission** ne peut être envisagée dans l'absolu. Elle est caractérisée par une forte variabilité. Elle est en effet à moduler avec la variabilité liée aux VIA et à la réponse des individus des différentes espèces à ces virus. De même, la survie des virus dans l'environnement est éminemment variable selon les conditions du

milieu extérieur et selon les souches de virus, induisant également une forte variabilité dans l'appréciation de l'émission par l'épandage des déjections.

- **l'appréciation de l'exposition** est quant à elle marquée par une forte incertitude, notamment liée au manque de données scientifiques disponibles sur l'aéroportage des VIA, en termes de distance et de concentration efficaces.
- enfin, de très nombreux facteurs sont susceptibles d'intervenir dans cet évènement de contamination de voisinage par voie aérienne, rendant particulièrement complexe l'évaluation de risque. Pour des raisons pratiques de gestion ultérieure, les experts ont dû simplifier le schéma des évènements. Les facteurs aggravants ou d'amélioration pourront être utilisés sur le terrain pour moduler certaines mesures de gestion dans des situations particulières.

3.6. Conclusions du GT IAHP et du CES SABA

Le risque de contamination par voie environnementale, d'un élevage de volailles de reproducteurs par un élevage de volailles voisin qui n'aurait pas été détecté comme infecté par des VIA, ou par l'épandage de ses déjections, dépend de très nombreux facteurs (*cf.* schéma évènementiel en annexe 2), dont la plupart, ont été peu ou pas explorés sur le plan scientifique. Le manque d'éléments scientifiques disponibles, au regard de la question posée par la saisine, impacte de manière importante les résultats de l'expertise, qui sont associés à une forte incertitude.

En outre, chacun des facteurs identifiés par les experts présente une grande variabilité, qu'il s'agisse des différentes souches de virus, des différentes espèces de volailles et types de production, des conditions climatiques et topographiques des élevages, de leurs modes de ventilation, des types de déjection et de leurs modalités de stockage et d'épandage, *etc.* ...

Face à cette incertitude et à cette variabilité, les experts ont tenté d'identifier les facteurs prédominants dans la survenue d'une telle contamination, en estimant de manière qualitative la probabilité de cette survenue, sur la base de ces facteurs prédominants. L'ensemble des autres facteurs, considérés comme aggravants ou d'amélioration, doit permettre au gestionnaire de prendre en compte de façon particulière certaines situations pour lesquelles une augmentation ou une diminution de la probabilité de survenue de la contamination serait à envisager.

Les experts soulignent que cette évaluation a été réalisée dans les limites suivantes : (i) d'une part prise en compte uniquement de l'exposition des élevages reproducteurs confinés (qui représentent la majorité des situations) et d'autre part (ii) respect, par les professionnels, des modalités d'assainissement et d'épandage des déjections, telles que stipulées par la réglementation et les fiches techniques de biosécurité éditées par les instituts techniques.

Le poids du caractère hautement ou faiblement pathogène des VIA sur la probabilité de survenue de la contamination a conduit les experts, dès la phase d'appréciation de la probabilité d'émission, à différencier ces derniers, pour limiter l'ampleur de la variabilité sur la quantité cumulée de virus infectieux excrété avant détection.

Les résultats de cette expertise montrent que la probabilité de contamination d'un élevage de reproducteurs est parmi les plus élevées, lorsque l'élevage voisin est un élevage de palmipèdes infecté par un virus IAHP, lorsque celui-ci est situé à moins de 1 km, avec un cycle de production de courte durée (gavage ou démarrage), dans un bâtiment à ventilation dynamique par extraction active d'air, et lorsque l'élevage reproducteur est sous les vents dominants, sans barrières mécaniques susceptibles de limiter la progression de l'aéroportage.

A l'inverse, la probabilité de contamination d'un élevage de reproducteurs est parmi les plus faibles lorsque, tous les autres facteurs étant identiques, l'élevage voisin est un élevage de poules pondeuses de taille moyenne.

Enfin, selon que l'on prend en compte les seuls virus IAHP ou tous les VIA, la distance à l'élevage voisin pour laquelle la probabilité de contamination devient nulle à minime (entre 0 et 2) dépend de l'espèce de volaille élevée. Elle pourrait se situer :

- en deçà d'1 km (IAHP) ou entre 1 et 3 km (tous VIA) pour les espèces *Gallus* et les dindes ;
- entre 1 et 3 km pour les cailles, pintades, faisans, perdrix, quel que soit le VIA (HP ou FP) ;
- plus de 3 km pour les palmipèdes, quel que soit le VIA (HP ou FP).

Il conviendrait néanmoins de vérifier, dans certaines situations, si certains facteurs aggravants ou d'amélioration ne sont pas susceptibles de moduler cette première estimation.

La probabilité de contamination d'un élevage reproducteur liée à l'épandage des déjections d'un élevage voisin reste plus faible, en comparaison de la probabilité de contamination par voie aérienne de l'élevage lui-même. En effet, la charge virale générée et émise dans les deux situations est très différente. Ainsi, la probabilité de contamination par les déjections non assainies (obligatoirement enfouies, mais en pratique, dans un délai de quelques minutes à une journée) reste nulle à minime au-delà de 150 m de distance, et quel que soit le matériel employé, dès lors que des facteurs aggravants ne sont pas identifiés.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions et recommandations du CES SABA relatives à l'évaluation du risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction, à partir d'élevages de volailles, de lisiers ou de fumiers situés ou épandus à proximité.

Dr Roger Genet

MOTS-CLES

Influenza aviaire, volailles (galliformes, palmipèdes), reproduction, contamination, déjections (lisier)
Avian influenza, poultry (galliform birds, palmipeds), reproduction, contamination, manure

BIBLIOGRAPHIE**Publications**

- Afssa. 2008. "Une méthode qualitative d'estimation du risque en santé animale." Maisons-Alfort, France. 67 pages.
- Anses. 2016. "Avis 2016-SA-0059 relatif au risque de maintien de l'infection à Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) H5 par l'avifaune non migratrice, dans la zone réglementée du Sud-Ouest de la France." ; . 74 pages.
- Bertran, K, R Dolz, et N Majó. 2014. "Pathobiology of avian influenza virus infection in minor gallinaceous species: a review." *Avian pathology* 43 (1):9-25.
- Boender, G J, T J Hagenaars, A Bouma, G Nodelijk, A R W Elbers, M C M de Jong, et M Van Boven. 2007. "Risk maps for the spread of highly pathogenic avian influenza in poultry." *PLoS computational biology* 3 (4):e71.
- Bronner, A, M C Moisson, D Calavas, P Hendrikx, M Paul, C Guinat, P Jabert, G Gerbier, M Saussac, B Durand, et A Courcoul. 2017. "Influenza aviaire hautement pathogène en France en lien avec le virus H5N8 : premiers éléments d'interprétation épidémiologique." Dernière mise à jour 16 mars 2017 Consulté le 22 juin 2018. <http://plateforme-esa.fr/article/influenza-aviaire-hautement-pathogene-en-france-en-lien-avec-le-virus-h5n8-premiers-elements>.
- Brown, J, D Stallknecht, C Lebarbenchon, et D Swayne. 2014. "Survivability of Eurasian H5N1 highly pathogenic avian influenza viruses in water varies between strains." *Avian diseases* 58 (3):453-457.
- Delabouglise, A., M. Choisy, T. D. Phan, N. Antoine-Moussiaux, M. Peyre, T. D. Vu, D. U. Pfeiffer, et G. Fournié. 2017. "Economic factors influencing zoonotic disease dynamics: demand for poultry meat and seasonal transmission of avian influenza in Vietnam." *Scientific reports* 7 (1):5905.
- Duvauchelle, A, A Huneau-Salaün, L Balaine, N Rose, et V Michel. 2013. "Risk factors for the introduction of avian influenza virus in breeder duck flocks during the first 24 weeks of laying." *Avian pathology* 42 (5):447-456.
- Fasina, F O, A L Rivas, S P R Bisschop, A J Stegeman, et J A Hernandez. 2011. "Identification of risk factors associated with highly pathogenic avian influenza H5N1 virus infection in poultry farms, in Nigeria during the epidemic of 2006–2007." *Preventive veterinary medicine* 98 (2-3):204-208.
- Le Bouquin, S, A Schmitz, M Pertusa, A Scoizec, N Rousset, et N Eterradossi. 2017. "Évaluation de la survie des virus Influenza aviaries H5N8 dans les lisiers d'élevages de palmipèdes gras." *Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation* 80:17-20.
- Nazir, J, R Haumacher, A C Ike, et R E Marschang. 2011. "Persistence of avian influenza viruses in lake sediment, duck feces, and duck meat." *Applied and environmental microbiology* 77 (14):4981-4985.
- Nishiguchi, A, S Kobayashi, T Yamamoto, Y Ouchi, T Sugizaki, et T Tsutsui. 2007. "Risk Factors for the

- Introduction of Avian Influenza Virus into Commercial Layer Chicken Farms During the Outbreaks Caused by a Low-Pathogenic H5N2 Virus in Japan in 2005." *Zoonoses and public health* 54 (9-10):337-343.
- Nuradji, H, J Bingham, S Lowther, H Wibawa, A Colling, N T Long, et J Meers. 2015. "A comparative evaluation of feathers, oropharyngeal swabs, and cloacal swabs for the detection of H5N1 highly pathogenic avian influenza virus infection in experimentally infected chickens and ducks." *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 27 (6):704-715.
- Pantin-Jackwood, M J, M Costa-Hurtado, E Shepherd, E DeJesus, D Smith, E Spackman, D R Kapczynski, D L Suarez, D E Stallknecht, et D E Swayne. 2016. "Pathogenicity and transmission of H5 and H7 highly pathogenic avian influenza viruses in mallards." *Journal of virology* 90 (21):9967-9982.
- Pantin-Jackwood, M J, C B Stephens, K Bertran, D E Swayne, et E Spackman. 2017. "The pathogenesis of H7N8 low and highly pathogenic avian influenza viruses from the United States 2016 outbreak in chickens, turkeys and mallards." *PloS one* 12 (5):e0177265.
- Pantin-Jackwood, M. J., et D. E. Swayne. 2009. "Pathogenesis and pathobiology of avian influenza virus infection in birds." *Rev Sci Tech* 28 (1):113-136.
- Shaman, J., et M. Kohn. 2009. "Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (9):3243-3248.
- Spackman, E, J Gelb, L. A. Preskenis, B. S. Ladman, C. R. Pope, M. J. Pantin-Jackwood, et E. T. McKinley. 2010. "The pathogenesis of low pathogenicity H7 avian influenza viruses in chickens, ducks and turkeys." *Virology journal* 7 (1):331.
- Spickler, A R, D W Trampel, et J A Roth. 2008. "The onset of virus shedding and clinical signs in chickens infected with high-pathogenicity and low-pathogenicity avian influenza viruses." *Avian pathology* 37 (6):555-577.
- Stallknecht, DE, et JD Brown. 2009. "Tenacity of avian influenza viruses." *Revue scientifique et technique de l'OIE* 28 (1):59.
- Swayne, DE, et JR Beck. 2005. "Experimental study to determine if low-pathogenicity and high-pathogenicity avian influenza viruses can be present in chicken breast and thigh meat following intranasal virus inoculation." *Avian diseases* 49 (1):81-85.
- Swayne, DE, et RD Slemons. 2008. "Using mean infectious dose of high-and low-pathogenicity avian influenza viruses originating from wild duck and poultry as one measure of infectivity and adaptation to poultry." *Avian diseases* 52 (3):455-460.
- Swayne, DE, et RD Slemons. 2013. "Influenza." Dans *Diseases of poultry, 13th edition*, édité par Inc John Wiley & Sons, 181-218.
- Thai, Pham Quang, Marc Choisy, Tran Nhu Duong, Vu Dinh Thiem, Nguyen Thu Yen, Nguyen Tran Hien, Daniel J Weiss, Maciej F Boni, et Peter Horby. 2015. "Seasonality of absolute humidity explains seasonality of influenza-like illness in Vietnam." *Epidemics* 13:65-73.
- Torremorell, M, C Alonso, PR Davies, PC Raynor, D Patnayak, M Torchetti, et B McCluskey. 2016. "Investigation into the airborne dissemination of H5N2 highly pathogenic avian influenza virus during the 2015 spring outbreaks in the midwestern United States." *Avian diseases* 60 (3):637-643.
- Velkers, FC, SJ Blokhuis, EJB Veldhuis Kroeze, et SA Burt. 2017. "The role of rodents in avian influenza outbreaks in poultry farms: a review." *Veterinary Quarterly* 37 (1):182-194.

Fiches techniques

Fiches de biosécurité Influenza aviaire ITAVI-SNGTV-CIFOG-Ministère de l'Agriculture : <http://influenza.itavi.asso.fr/> ; consultées le 05/07/2018.

Législation et réglementation

Arrêté du 27 décembre 2013 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n° 2101, 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. J.O.R.F. du 31 décembre 2013

Arrêté du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire. J.O.R.F. du 10 février 2016

Directive 2005/94/CE du Conseil du 20 décembre 2005, concernant des mesures communautaires de lutte contre l'influenza aviaire et abrogeant la directive 92/40/CEE

Règlement (CE) n° 1069/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et abrogeant le règlement (CE) n° 1774/2002 (règlement relatif aux sous-produits animaux)

Instruction technique DGAL/SDSPA/2017-906 du 16 novembre 2017 ayant pour objet les modalités d'application et de contrôle des mesures de biosécurité dans les exploitations de volailles

ANNEXE 1

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Présidente

Mme Barbara DUFOUR – Professeur, ENV Alfort (maladies contagieuses, épidémiologie générale, évaluation de risques qualitative)

Membres

M. Olivier DEHORTER – Ingénieur de recherches, Muséum National d'Histoire Naturelle (ornithologie, avifaune)

M. Guillaume FOURNIÉ – Enseignant chercheur, Royal Veterinary College (évaluation des risques quantitative et qualitative, modélisation, épidémiologie)

M. Jean-Pierre GANIÈRE – Professeur émérite, Oniris Nantes (maladies contagieuses, réglementation, zoonoses)

M. Matthieu GUILLEMAIN – Ingénieur, Office national de la chasse et de la faune sauvage (unité avifaune migratrice)

M. Gérard GUY – Ingénieur chargé d'expérimentation retraité, INRA Bordeaux-Aquitaine (zootechnie aviaire)

M. Jean HARS – Unité sanitaire de la faune – maladies transmissibles, Office national de la chasse et de la faune sauvage (pathologie de la faune sauvage libre, épidémiologie)

M. Hervé JUIN – Ingénieur de recherches, INRA Centre Poitou-Charentes (zootechnie aviaire)

Mme Véronique JESTIN – Ex-directrice de recherche et ex-responsable d'unité et du Laboratoire National de Référence Influenza aviaire, Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané (virologie, infectiologie, pathologie aviaire, vaccinologie, méthodes de diagnostic, analyse de risque)

Mme Sophie LE BOUQUIN – Responsable de l'unité Epidémiologie et Bien-être en Aviculture et Cuniculture, Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané (épidémiologie, filière avicole, santé publique vétérinaire)

M. Daniel MARC- Vétérinaire chargé de recherche, INRA Centre Val de Loire (virologie influenza aviaire)

M. Pierre MARIS – Ex-directeur adjoint et référent Biocide, Anses Laboratoire de Fougères

M. Eric NIQUEUX – Responsable du Laboratoire National de Référence Influenza aviaire et maladie de Newcastle, Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané (VIA H5 HP et FP, virologie aviaire)

Mme Sylvie VAN DER WERF – Responsable du Centre National de Référence des virus *influenzae* (grippe), Institut Pasteur (virus influenza, santé humaine)

Expert rapporteur

Mme Axelle SCOIZEC – Epidémiologiste, unité EBEAC (Unité épidémiologie et bien-être avicole et cunicole) – Anses Ploufragan

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

CES Santé et bien-être des animaux (CES SABA), en séance du 3 juillet 2018

Président

M. Etienne THIRY – Faculté de médecine vétérinaire de Liège (BE) – Compétences en virologie, immunologie.

Membres

Mme Suzanne BASTIAN – ONIRIS Nantes – Compétences en épidémiologie, bactériologie, parasitologie.

Mme Catherine BELLOC - ONIRIS Nantes – Compétences en Médecine des animaux d'élevage, monogastriques.

M. Alain BOISSY – INRA – Compétences en éthologie, bien-être animal, ruminants, zootechnie.

M. Jordi CASAL - Universitat Autònoma de Barcelona (ES) – Compétences en zoonose, épidémiologie quantitative, maladies animales exotiques, analyse quantitative des risques.

M. Christophe CHARTIER – ONIRIS Nantes – Compétences en parasitologie, pathologie des petits ruminants, technique d'élevage, épidémiologie.

M. Eric COLLIN – Vétérinaire praticien – Compétences en pathologie des ruminants.

M. Frédéric DELBAC – CNRS – Compétences en abeilles, épidémiologie, parasitologie, microbiologie.

Mme Barbara DUFOUR – ENV Alfort – Compétences en épidémiologie, maladies infectieuses, pathologie des ruminants.

M. Guillaume FOURNIÉ - Royal Veterinary College (UK) – Compétences en évaluation des risques quantitative et qualitative, modélisation, épidémiologie.

M. Jean-Pierre GANIÈRE – ONIRIS Nantes – Compétences en maladies contagieuses, réglementation, zoonoses.

M. Dominique GAUTHIER - Laboratoire départemental 05 – Compétences en faune sauvage, méthodes de diagnostic.

M. Etienne GIRAUD – INRA – Compétences en antibiorésistance, environnement, approche globale de la santé animale.

M. Jacques GODFROID - Université Arctique de Norvège (NO) – Compétences en évaluation des risques, zoonose, épidémiologie, tuberculose, bactériologie, faune sauvage marine.

M. Jean-Luc GUÉRIN – ENVT – Compétences en pathologie des volailles et lagomorphes, immunologie, virologie, zoonose et santé publique.

M. Jean GUILLOTIN – Laboratoire départemental 59 – Généraliste, compétences en méthodes de diagnostic, porcs, faune sauvage.

Mme Nadia HADDAD – Anses UMR BIPAR, ENV Alfort – Compétences en microbiologie, épidémiologie, maladies contagieuses.

M. Jean HARS – Office national de la chasse et de la faune sauvage – Compétences en pathologie de la faune sauvage libre, épidémiologie.

Mme Véronique JESTIN – Ex-directrice de recherche et ex-responsable d'unité et du Laboratoire National de Référence Influenza aviaire, Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané - virologie, infectiologie, pathologie aviaire, vaccinologie, méthodes de diagnostic, analyse de risque.

Mme Elsa JOURDAIN – INRA – Compétences en zoonoses, épidémiologie quantitative, faune sauvage.

Mme Claire LAUGIER – Anses Dozulé – Compétences en pathologie équine, diagnostic de laboratoire.

Mme Monique L'HOSTIS – Ex-Professeur à Oniris – Généraliste, compétences en parasitologie, abeilles, faune sauvage.

Mme Coralie LUPO – IFREMER – Compétences en épidémiologie, pathologies aviaire et aquacole.

M. Gilles MEYER – ENV Toulouse – Compétences en pathologie des ruminants, virologie.

M. Pierre MORMÈDE – INRA Toulouse – Compétences en génétique du stress, endocrinologie, bien-être animal.

Mme Carine PARAUD – Anses – Compétences en statistiques, pathologie des petits ruminants, parasitologie de terrain.

Mme Claire PONSART – Anses – Compétences en épidémiologie, bactériologie, statistiques, virologie, pathologie de la reproduction.

Mme Nathalie RUVOEN – ONIRIS Nantes – Compétences en maladies contagieuses, zoonoses, réglementation

M. Claude SAEGERMAN – Faculté de médecine vétérinaire de Liège – Compétences en épidémiologie, maladies contagieuses, maladies émergentes.

M. Stéphan ZIENTARA – Anses Laboratoire de santé animale de Maisons-Alfort – Compétences en virologie.

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Karine PETIT – Chef de projet scientifique, unité Evaluation des risques liés à la Santé, à l'Alimentation et au Bien-être des animaux – Anses

Mme Charlotte DUNOYER – Cheffe de l'unité Evaluation des risques liés à la Santé, à l'Alimentation et au Bien-être des animaux – Anses

Secrétariat administratif

M. Régis MOLINET – Anses

AUDITION DE PERSONNALITÉ EXTÉRIEURE

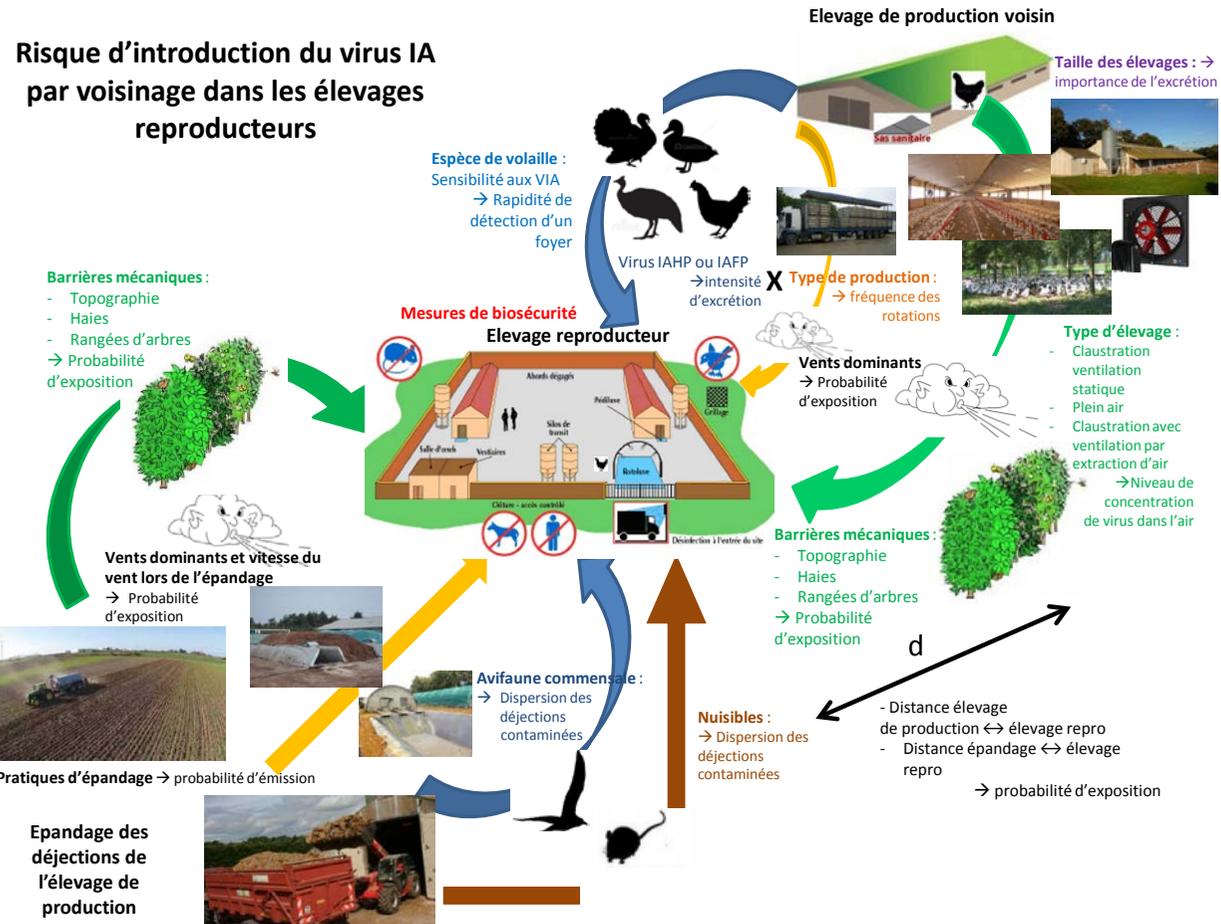
Mme Anne BRONNER – Cheffe du bureau de la santé animale, DGAL, Service des actions sanitaires en production primaire, Sous-Direction de la santé et de la protection animales.

Avis de l'Anses

Saisine n° 2017-SA-0246

Saisines liées n°2016-SA-0196, 2017-SA-0011, 2017-SA-0026, 2017-SA-0032, 2017-SA-0033

ANNEXE 2 : SCHEMA EVENEMENTIEL



ANNEXE 3

Résultats du croisement entre probabilité d'émission et probabilité d'exposition (Afssa, 2008)

			Probabilité d'émission / Release probability										
			N / N	QN / NN	M / M	EF / EL	TF / VL	F / L	PE / NVH	AE / QH	E / H	TE / VH	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Probabilité d'exposition Exposure probability	N / N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	QN / NN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M / M	2	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	EF / EL	3	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	TF / VL	4	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4
	F / L	5	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5
	PE / NVH	6	0	1	2	2	3	4	5	5	6	6	6
	AE / QH	7	0	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	E / H	8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	8
	TE / VH	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9

N=Nul, QN=Quasi-nulle, M=Minime, EF=Extrêmement faible, TF=Très faible, F=Faible, PE=Peu élevée, AE=Assez élevée, E=Élevée, TE=Très élevée.

N=Nil, NN=Nearly Nil, M=Minute, E=Extremely Low, VL=Very Low, L=Low, NVH=Not Very High, QH=Quite High, H=High, VH=Very High.

ANNEXE 4 : SAISINE



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

13 DEC 2017

SASPA 2017 - 1093 - D

Direction générale de l'alimentation
Service de l'action sanitaire en production primaire
Sous-direction de la santé et protection animales
Bureau de la santé animale

Suivi par : A.TROYANO-GROUX
Tél : 01 49 55 43 46
Réf. Interne : BSA/1710078

Le Directeur Général de l'Alimentation

à

Monsieur le Directeur Général de l'Agence
nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

Objet : Saisine concernant l'évaluation du risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction, à partir d'élevages de volailles, de lisiers ou de fumiers situés ou épanchés à proximité.

Conformément aux articles L. 1313-1 et L. 1313-3 du Code de la santé publique, j'ai l'honneur de solliciter l'avis de l'Anses pour évaluer le risque représenté par la présence d'élevages de palmipèdes, de galliformes, et de sites d'épandage de lisier et/ou fumier, autour de sites de sélection, de couvoirs, et de multiplication de volailles, en filière galliformes et palmipèdes.

Dans le but d'éviter tout risque de contamination et de diffusion du virus influenza aviaire (IA) au sein des élevages, la réglementation nationale a prévu une stratégie d'amélioration des mesures de biosécurité en élevage, mise en place par l'arrêté du 8 février 2016 modifié. Cet arrêté, modifié le 14 novembre 2017, prévoit pour les sites de reproduction de palmipèdes un dépistage sérologique annuel dans chaque unité de production, la réalisation d'audits de biosécurité annuels par les professionnels, et de contrôles officiels ciblés sur les mesures de biosécurité tous les trois ans. En cas de non conformité majeure identifiée lors de ces audits ou contrôles, un dépistage virologique sera imposé avant départ des animaux. Par ailleurs, à l'échelle professionnelle, le SNA a élaboré un GBP à l'attention de ces sites de reproduction, joint à la présente saisine.

Il ressort des avis n° 2016-SA-0196, 2017-SA-0011, 2017-SA-0026, 2017-SA-0032 et 2017-SA-0033, concernant les modalités de gestion de l'épizootie H5N8 passée, que les contaminations se font pour la majorité des cas de proche en proche. Les élevages présents jusqu'à 1 km autour d'un foyer, présentent ainsi un risque particulier, dès lors qu'ils peuvent être infectés, en raison en particulier de la proximité des parcours avec présence d'animaux en plein air et du transport passif de particules virales par les poussières.

L'Anses mentionnait par ailleurs que le transport d'oiseaux vivants dans des camions non bâchés conduit potentiellement à la projection de plumes et de fientes dans l'environnement proche de leur passage, constituant une source d'émission de virus qui ne peut pas être négligée.

Je sollicite votre expertise afin d'évaluer le risque de contamination par l'influenza aviaire des élevages avicoles à l'étage de reproduction à partir de lisiers et/ou de fumiers situés ou épanchés à proximité. L'évaluation portera en particulier sur la distance entre l'élevage reproducteur et le site d'épandage de fumier / de lisier contaminé ou l'élevage reconnu infecté d'influenza aviaire à partir de laquelle le risque de contamination de l'élevage reproducteur devient nul à négligeable.

Votre évaluation prendra en compte les facteurs de risque de contamination par l'influenza aviaire de ces sites de reproduction que représentent :

- le type de virus en cause et en particulier ses caractéristiques hautement ou faiblement pathogène,
- pour le site de reproduction ; le type de volailles détenues (galliformes, canards, oies) et les modalités d'élevage associées (plein air ou claustration),

Avis de l'Anses

Saisine n° 2017-SA-0246

Saisines liées n°2016-SA-0196, 2017-SA-0011, 2017-SA-0026, 2017-SA-0032, 2017-SA-0033

- le type d'élevages, la densité d'élevages, les espèces situées autour du site de reproduction, et leur éloignement par rapport à ce site (en se basant notamment sur les distances réglementaires de 1, 3 et 10 km),
-ainsi que tout autre risque identifié par les experts.

Je vous remercie de bien vouloir nous faire connaître vos éléments de réponse d'ici le 15 mars 2018.



Le Directeur Général de l'Alimentation,
Patrick DESHAUMONT