

Juillet 2023

La grippe aviaire A(H5N1) : Poursuite de la flambée

Juliette O’Keeffe

Centre de collaboration nationale en santé environnementale



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

ccnse.ca

Messages clés

- La flambée d'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) causée par le virus A(H5N1), qui a commencé vers la fin de 2021, se poursuit en 2023, le virus s'étant propagé à une ampleur sans précédent chez les oiseaux sauvages, les volailles et les mammifères du Canada et d'ailleurs dans le monde.
- Peu d'infections humaines sont survenues au cours de la présente flambée, et aucune au Canada. La vigilance demeure toutefois de mise pour limiter les possibilités de passage chez l'humain.
- La flambée actuelle du virus de la grippe aviaire du clade 2.3.4.4b représente un risque pour la santé environnementale, car le virus est très persistant, ne suit pas les tendances saisonnières habituelles et s'est adapté pour infecter les mammifères, notamment les animaux de compagnie.
- Il est possible que le virus devienne endémique en Amérique, ce qui causerait des difficultés comme la nécessité d'une gestion permanente des risques pour les volailles et les animaux sauvages du Canada et une augmentation du risque de saut vers l'espèce humaine.
- La gestion de la flambée en cours et des futurs risques nécessite une surveillance continue de la situation mondiale et le renforcement des partenariats et de la coordination avec le secteur de la santé animale comme d'autres secteurs selon une approche « Une seule santé ».
- La santé publique environnementale appliquée a un rôle important à jouer dans la mise en œuvre d'une approche « Une seule santé » en :
 - menant la communication des risques au grand public et aux groupes à risque élevé;
 - déterminant quels sont les facteurs environnementaux importants de la transmission;
 - donnant des conseils sur la prévention des infections;
 - participant à la surveillance et aux enquêtes sur les flambées, spécialement dans les cas d'hôtes inhabituels tels que des animaux sauvages urbains ou de compagnie.

Introduction

Vers la fin de 2021, une souche d'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP), communément appelée grippe aviaire, a commencé à se propager chez les oiseaux sauvages et d'élevage dans le monde¹. La flambée causée par l'influenza A(H5N1) a persisté en 2022 et en 2023, entraînant le décès d'oiseaux sauvages et l'abattage de plusieurs millions de volailles au Canada durant les deux dernières années. Le

saut du virus vers des mammifères sauvages a été observé en Amérique du Nord pour la première fois en mai 2022, et infecte depuis une variété toujours croissante d'espèces d'oiseaux et de mammifères sauvages, ainsi qu'un petit nombre d'animaux de compagnie. Bien que le risque pour les humains reste faible, la persistance de la flambée actuelle, sa propagation à une grande variété d'espèces aviaires et animales et la menace d'endémicité dans les Amériques justifient de jeter un nouveau regard sur la situation actuelle, notamment sur les types de mesures pour atténuer les répercussions de la flambée englobés par le concept « Une seule santé ».

Méthodologie

Le présent résumé de données probantes fait le point sur la flambée de grippe aviaire A(H5N1) traitée dans le résumé de mai 2022¹. Nous avons dépouillé les publications universitaires et parallèles, les sites Web d'organismes publics et les médias parus durant les 12 derniers mois pour trouver de nouvelles données probantes sur les modes de transmission de la grippe aviaire A(H5N1) et des mises à jour des directives de santé publique ou des approches de gestion des flambées au Canada. Nous avons également ajouté d'autres sources mises en évidence à partir de ressources clés. Les résultats ont été synthétisés de façon narrative, et la synthèse a été soumise à un examen interne.

Contexte

La **grippe aviaire** est un terme générique qui désigne les maladies causées par des virus grippaux zoonotiques de type A pouvant infecter diverses espèces d'oiseaux². Les oiseaux aquatiques sauvages représentent une source importante de virus de la grippe A qui peuvent sauter vers d'autres espèces³. La combinaison A(HxNy), qu'on utilise pour désigner les diverses souches, représente une combinaison d'antigènes présents à la surface du virus, soit les hémagglutinines (18 sous-types, désignés de H1 à H18) et les neuraminidases (11 sous-types connus, désignés de N1 à N11)⁴. Les virus de type A de la grippe aviaire peuvent aussi être catégorisés selon leur niveau de pathogénicité pour les oiseaux : influenza aviaire faiblement pathogène (IAFP) ou **influenza aviaire hautement pathogène (IAHP)**. Ces désignations ne sont aucunement corrélées à la pathogénicité ou à la gravité de la maladie qu'elle entraîne chez les humains. Certains virus, dont les gripes A(H5) et les gripes A(H7), sont des IAHP qui se transmettent aisément entre les espèces d'oiseaux et présentent un taux très élevé de mortalité⁵.

À l'échelle mondiale, des flambées de grippe aviaire sont survenues sporadiquement la plupart des ans ces deux dernières décennies. La présente flambée est associée au virus de la grippe A(H5N1), considéré comme une IAHP. Les flambées suivent habituellement des tendances saisonnières, où le nombre de cas prévu atteint un sommet vers le mois de février pour ensuite redescendre à un minimum en septembre⁶.

La transmission est habituellement restreinte aux oiseaux; l'infection de mammifères et d'humains est toutefois possible. Le premier cas de grippe A(H5N1) chez l'humain a été signalé à Hong Kong en 1997, et la flambée subséquente a entraîné 18 infections humaines et 6 décès⁷. Depuis 1997, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a recensé 892 infections humaines à la grippe A(H5N1) et 464 décès, la majorité avant 2020^{8,9}. L'une des flambées les plus importantes a eu lieu en Égypte en 2014-2015, entraînant 169 infections humaines et 51 décès¹⁰. Le Canada n'a recensé qu'un seul cas de grippe A(H5N1) chez l'humain, soit en 2014 chez une personne infectée à l'extérieur du Canada et qui en est décédée. Le premier cas de grippe A(H5N1) chez des oiseaux d'Amérique du Nord a été détecté en décembre 2014 chez un oiseau sauvage; la flambée majeure qui a suivi a entraîné des pertes considérables pour l'industrie avicole¹¹. Après cette flambée et jusqu'en 2021, seuls quelques cas avaient été détectés en Amérique du Nord.

Survol de la situation actuelle

Au Canada, le premier cas de la flambée actuelle a été détecté en décembre 2021 chez des volailles infectées avec la grippe aviaire A(H5N1) du clade 2.3.4.4b introduite par des oiseaux migrateurs arrivant de la côte Atlantique¹². Le clade a émergé en Chine vers 2010-2011 et est connu pour se « réassortir » avec d'autres virus d'influenza aviaire, un processus où, lorsque plusieurs virus de l'influenza infectent simultanément un même hôte, il s'effectue une recombinaison de segments génétiques menant à la formation d'une nouvelle séquence génétique¹³.

La dynamique de la transmission de la grippe A(H5N1) a changé au cours de la flambée actuelle en Amérique : les infections symptomatiques touchent une plus grande variété d'espèces d'oiseaux et de mammifères sauvages et s'éloignent des tendances saisonnières¹⁴. Il est possible qu'un virus de la grippe A(H5N1) du clade 2.3.4.4b se soit réassorti après son introduction en Amérique du Nord en 2021 avec un autre virus ayant infecté un oiseau sauvage, entraînant l'émergence d'une souche mieux adaptée pour attaquer une plus grande diversité d'espèces d'oiseaux et de mammifères¹⁵. La flambée s'est depuis étendue à l'ensemble du continent américain. Des épisodes persistants et récurrents ont aussi été observés en Europe, en Asie, en Amérique et en Afrique durant la première moitié de 2023⁶, faisant de la flambée actuelle d'IAHP la plus répandue et la plus persistante jamais vue¹⁴.

Saut vers les animaux et les humains

La section résume les signalements actuels concernant les infections parmi les animaux sauvages, les volailles et les humains et la façon dont le virus se transmet aux hôtes (encadrés 1 à 4).

Oiseaux sauvages

Depuis la fin de 2021, plus de 2 000 dépistages d'IAHP chez les oiseaux sauvages ont été signalés au Canada selon le [tableau de bord High pathogenicity avian influenza in wildlife](#), qui rapporte les cas dépistés par surveillance passive des oiseaux malades ou morts¹⁶. Le nombre total de décès est probablement beaucoup plus élevé, car les oiseaux sauvages malades ou morts n'ont pas tous été recueillis ou envoyés pour dépistage, et plusieurs décès en milieu naturel restent indétectés. Si les oiseaux aquatiques et migrateurs figurent parmi les espèces les plus atteintes, les espèces terrestres et non migratrices n'ont pas été épargnées. Environ 90 espèces ont été touchées, mais plus de la moitié des cas ont été diagnostiqués chez seulement 6 espèces (bernache du Canada, corneille d'Amérique, oie des neiges, grand-duc d'Amérique, pygargue à tête blanche, canard colvert).

Le virus pose un risque pour les populations d'espèces d'oiseaux sauvages en voie de disparition ou vulnérables. Au début de 2023, 20 condors de Californie, une espèce en voie de disparition, sont décédés d'une infection à la grippe A(H5N1)¹⁷. La vaccination contre l'IAHP de l'espèce a été approuvée aux États-Unis; on inoculera d'abord les oiseaux en captivité, pour ensuite passer aux oiseaux sauvages¹⁸. Au Pérou, le virus a causé la mort de milliers de pélicans thages, une espèce quasi menacée; au Chili, plus de 2 000 manchots de Humboldt, une espèce vulnérable, sont décédés, soit plus de 10 % de la population nationale¹⁹⁻²¹. Le virus a aussi infecté d'autres espèces d'oiseaux sauvages qui n'y avaient pas été exposées auparavant.

Encadré 1. Comment le virus se transmet-il parmi les oiseaux sauvages?

- Par contact direct avec d'autres oiseaux ou des surfaces infectés, ainsi qu'avec l'eau, les aliments ou la terre contaminés par leurs excréments ou leur salive²², tout particulièrement dans les points d'eau et les aires de nidification avec une grande concentration d'oiseaux infectés²³.
- Par la consommation (p. ex., par les rapaces) de viande contaminée provenant de charognes d'animaux sauvages infectés.
- Certaines espèces d'oiseaux excrètent une plus grande quantité de virus dans l'environnement local et peuvent donc être de plus importants moteurs de transmission (p. ex., mouettes, goélands, oies, cygnes)²³.
- Il est plus fréquent que le saut d'espèce s'effectue des oiseaux sauvages aux oiseaux domestiques; la dispersion au sein de groupes semblables (p. ex., d'oiseaux sauvages à oiseaux sauvages, d'oiseaux domestiques à oiseaux domestiques) est toutefois la plus efficace²³.



Volaille

Depuis 2021, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a recensé des cas d'IAHP tant dans les élevages commerciaux de volailles que les petits élevages personnels de la plupart des provinces. En date de juillet 2023, plus de sept millions et demi de volailles et d'oiseaux producteurs d'œufs avaient été abattus²⁴. Près de la moitié des oiseaux abattus provenaient de fermes de la Colombie-Britannique, la plupart situées dans la vallée du Fraser. Moins d'établissements ont été touchés pendant l'hiver 2022–2023, alors que les oiseaux migrateurs étaient au Sud, conduisant ainsi à la levée des ordonnances de désignation de zones de contrôle primaires dans plusieurs régions du pays. De nouvelles ordonnances ont cependant été promulguées au printemps 2023 dans certaines régions du pays, dont certaines sont toujours en vigueur en Colombie-Britannique, en Alberta et au Québec en date de juillet 2023²⁴. Il y aurait donc persistance du virus dans les populations sauvages, et une vigilance continue de la part des producteurs de volailles et d'œufs est toujours nécessaire.

Encadré 2. Comment le virus se transmet-il parmi les volailles?

- Par contact direct avec des oiseaux sauvages ou des surfaces infectés, ainsi qu'avec l'eau, les aliments, la terre ou la litière contaminés par leurs excréments ou leur salive³.
- Transmission par voie respiratoire, par voie orale-orale (eau) ou par voie fécale-orale (eau, aliments, litière) au sein d'un élevage²².
- Propagation accidentelle par les vêtements, les chaussures ou les véhicules du personnel agricole ou des visiteurs^{25, 26}.
- La contamination de l'eau potable dans les lieux abritant des volailles est une source importante d'infection, puisque le virus peut survivre plusieurs jours à plusieurs semaines dans l'eau^{25,27,28}.
- Les canards propagent le virus plus efficacement que les poulets ou les dindes en raison de taux d'infection et de virus excrétés plus élevés^{25, 26}.



Mammifères

Le saut des espèces d'oiseaux aux mammifères est rare²⁹; la flambée actuelle a toutefois entraîné une propagation sans précédent parmi les mammifères sauvages de l'Amérique³⁰. Le [tableau de bord High pathogenicity avian influenza in wildlife](#) a rapporté plus de 140 détections d'IAHP confirmées ou suspectées chez des mammifères sauvages pour l'année 2022-2023, la plupart concentrées chez seulement trois espèces : la mouffette rayée, le renard roux et le phoque commun. L'IAHP a aussi été détectée chez le raton laveur, l'ours noir, le vison, le dauphin, le pékan, le marsouin et la loutre. Les infections chez les animaux sauvages urbains, comme les mouffettes, posent un problème en raison d'un plus grand risque d'interactions avec les animaux de compagnie ou les humains. La majorité des cas chez les mammifères ont été détectés en Alberta, en Ontario, au Québec, sur l'Île-du-Prince-Édouard et en Colombie-Britannique. Tous les cas chez les mammifères marins ont été détectés au Québec.

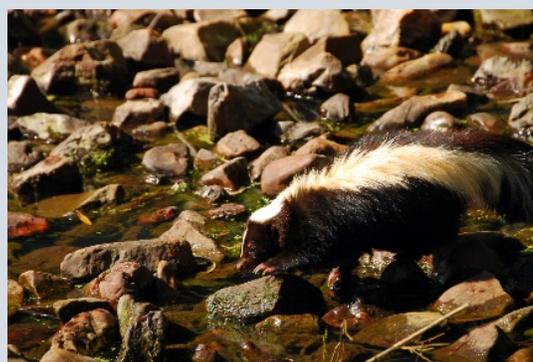
Des infections chez des mammifères terrestres et marins ont été recensées ailleurs en Amérique. Le département de l'Agriculture des États-Unis a détecté des cas d'IAHP chez des mouffettes, des ratons laveurs, des renards, des coyotes, des cougars, des ours, des opossums, des dauphins et des phoques. En Amérique du Sud, la flambée actuelle a entraîné un nombre important de décès chez les mammifères marins, et le Chili recense plus de 13 000 décès d'otaries²¹.

Quelques cas d'infection par IAHP ont été recensés chez des animaux de compagnie d'Amérique du Nord et d'Europe. En avril 2023, un chien de compagnie de l'Ontario ayant mordillé un cadavre d'oie sauvage a obtenu un résultat positif au dépistage de la grippe aviaire, à laquelle il a ensuite succombé³¹. En

juillet 2023, en Italie, un groupe de cinq chiens et un chat ont obtenu un résultat positif au dépistage de la grippe A(H5N1) lors d'une flambée d'IAHP dans une ferme d'élevage de volailles³². Les États de l'Oregon, du Nebraska et du Wyoming ont recensé des cas d'IAHP chez des chats domestiques, que l'on soupçonne être dus à la présence de poulets élevés à domicile ou à la prédation d'oiseaux sauvages. Vers la fin de juin 2023, on a recensé plusieurs cas de grippe aviaire chez des chats en Pologne, dispersés sur le territoire³³, avec 24 cas confirmés en date du 5 juillet³². Comme il n'y avait aucun lien entre les cas et que certains chats n'avaient aucun accès à l'extérieur, d'autres sources d'exposition possibles, comme l'ingestion de viande de volaille crue, sont toujours à l'étude.

Encadré 3. Comment le virus se transmet-il parmi les mammifères?

- Par contact direct avec des oiseaux infectés, y compris l'ingestion de viande crue de carcasses infectées¹⁴.
- Par exposition à des environnements contaminés, particulièrement chez les animaux marins exposés aux points d'eau où se nourrissent et nidifient les oiseaux aquatiques³⁴.
- La transmission entre mammifères est rare, mais ne peut être exclue là où ont eu lieu des flambées importantes (p. ex., ferme de visons en Espagne, otaries en Amérique du Sud, phoques aux États-Unis)^{34, 35}.



La souche actuelle semble causer chez certains animaux infectés une maladie grave¹⁵, notamment une charge virale élevée dans le cerveau et des symptômes neurologiques, et la mort. L'inoculation expérimentale chez des mammifères comme le porc a toutefois révélé un degré élevé de résistance à l'infection par le clade 2.3.4.4b³⁶.

Humains

L'infection d'humains par le virus de la grippe A(H5N1) est très rare³⁷, mais les personnes ayant des contacts étroits et prolongés avec des oiseaux infectés ou des environnements contaminés (p. ex., les travailleurs de l'industrie avicole) présentent un risque plus élevé^{3,38,39}. Entre 2021 et juillet 2023, quatorze cas de grippe A(H5N1) ont été détectés à l'échelle mondiale : deux en 2021 (Inde et Royaume-Uni), six en 2022 (Chine, Équateur, Espagne, États-Unis, Vietnam) et six en 2023 à ce jour (Cambodge, Chili, Chine, Royaume-Uni). Trois décès sont survenus.

Jusqu'à maintenant, la plupart des cas sont associés à un virus du clade 2.3.4.4b, sauf ceux recensés au Cambodge (dont un décès), qui étaient associés à un virus du clade 2.3.2.1c. La plupart des cas aux issues graves ou mortelles de la flambée actuelle étaient des personnes ayant été exposées à des volailles

domestiques malades ou mortes alors qu'elles ne portaient pas d'équipement de protection individuelle (EPI). Pour un cas recensé au Chili, un homme de 53 ans ayant nécessité une hospitalisation aux soins intensifs, la source était inconnue. L'infection pourrait avoir été causée par une exposition environnementale, puisque l'homme vivait près d'une plage où l'IAHP a entraîné un épisode de mortalité massive d'otaries et d'oiseaux sauvages et que des oiseaux avaient également été repérés près et à l'intérieur du bâtiment qu'il utilisait comme atelier⁴⁰.

Deux cas asymptomatiques ont été détectés en mai 2023 dans le cadre du programme de dépistage des cas asymptomatiques de la UK Health Security Agency auprès du personnel avicole travaillant dans des fermes infectées^{9, 41}. Une hypothèse pouvant expliquer les deux cas et d'autres cas asymptomatiques recensés parmi les travailleurs de l'industrie avicole depuis le début de la flambée (Espagne, Royaume-Uni, États-Unis) est que les résultats positifs aux tests de dépistage seraient dus à la contamination des muqueuses nasales ou de la gorge par le virus présent dans l'air ambiant, plutôt qu'à une infection. Pour les cas recensés en Espagne, les tests sérologiques effectués n'ont révélé aucun anticorps contre H5⁴². Les travailleurs ne présentaient aucun signe d'infection symptomatique et aucune transmission à des contacts étroits n'a été détectée.

À ce jour, les infections chez les humains n'ont entraîné aucune transmission soutenue vers d'autres personnes. Il y a déjà eu transmission interhumaine dans des milieux de soins, à la suite d'un contact prolongé, étroit et non protégé avec un patient gravement malade⁷. Dans certains petits groupes familiaux, une transmission interhumaine pourrait avoir eu lieu, mais l'infection pourrait aussi avoir pour origine une exposition ordinaire à des oiseaux malades ou à des environnements contaminés, par exemple la présence d'excréments d'oiseaux dans l'engrais pour le jardin, ou encore la baignade dans de petits lacs ou canaux fréquentés par des oiseaux infectés^{27,39,43}.

Il n'a pas été montré que la consommation de volaille, de gibier ou d'œufs cuits est un mode de transmission, bien que le virus puisse survivre dans la viande crue et à la surface des œufs, de même que dans l'albumine et le jaune des œufs. La cuisson à point de la viande et des œufs neutralise le virus A(H5N1)⁴⁴⁻⁴⁶.

Encadré 4. Comment le virus se transmet-il aux humains?

- Par contact direct avec des oiseaux ou du fumier infectés, ainsi qu'avec des surfaces, des équipements, des vêtements ou des chaussures contaminés, par inhalation ou par contact direct conjonctival, intranasal ou oral³⁹.
- L'infection par la grippe aviaire s'effectue par la liaison du virus à des récepteurs dans les voies respiratoires; les virus IAHP se reproduisent mal dans les voies respiratoires supérieures, ce qui limite la transmission interhumaine^{7, 47}.



Gestion de la flambée : prochaines étapes

Bien qu'elle n'ait causé qu'un petit nombre d'infections ou de décès chez les humains, la flambée actuelle a entraîné un nombre considérable de décès parmi les animaux sauvages et les volailles, des répercussions économiques sur l'industrie avicole en raison des abattages d'animaux, des restrictions commerciales et des pertes d'emploi, ainsi que des pressions supplémentaires sur la sécurité alimentaire alors que certains produits d'œufs et de volaille deviennent de moins en moins abordables. Elle accentue également le risque d'entraîner la mise en danger d'autres espèces sauvages, voire leur éradication, ce qui menace par ricochet la biodiversité mondiale et la sécurité sanitaire⁴⁸. Les épisodes de mortalité massive parmi les colonies d'oiseaux marins d'Europe, notamment les mouettes et les goélands, accentuent le risque d'exposition humaine aux oiseaux malades ou morts. Le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) a donc publié des directives sur la surveillance accrue des infections de grippe aviaire en milieu hospitalier en juin 2023⁴⁹

La persistance du virus dans la faune et la récurrence des flambées à l'échelle mondiale poseront des risques supplémentaires lors de la saison de migration des oiseaux plus tard en 2023. On s'inquiète que le virus puisse devenir endémique en Amérique. Il est possible que d'autres cas se déclarent chez les humains⁵⁰, car le risque d'infection pourrait s'accroître à la suite de phénomènes de réassortiment ou de mutations génétiques permettant au virus de mieux infecter les mammifères^{3,14,15,35,51}. Un réassortiment pourrait aussi se produire si un humain contracte une co-infection par le virus A(H5N1) et une souche plus transmissible d'un virus grippal affectant les humains¹³.

Ces éléments soulignent clairement l'importance de l'interrelation entre les animaux, l'environnement et les problèmes de santé mondiale et le besoin d'appliquer le **concept « Une seule santé »** de manière à

tenir compte des multiples modes de transmission de l'IAHP^{14, 48}. Le concept se veut une approche de gestion des menaces pour la santé émergentes qui s'appuie sur la reconnaissance des interdépendances entre les santés humaine, animale et environnementale⁵². Il nécessite une coordination et des partenariats multisectoriels pour permettre une détection précoce chez les animaux d'élevage et sauvages et les humains, et l'établissement de priorités d'intervention pour prévenir la propagation et le saut vers d'autres espèces. Le tout exige une bonne communication entre les groupes et les régions, la transmission d'information et de données ainsi que la sensibilisation et l'éducation des groupes pouvant être exposés ou aider à réduire la propagation. Plusieurs groupes jouent un rôle :

- les agences fédérales, telles que l'ACIA, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), Santé Canada (SC) et l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC);
- les ministères provinciaux et territoriaux (p. ex., agriculture, foresterie, environnement) et les bureaux de santé publique;
- les institutions universitaires et les partenariats interorganismes, comme le Réseau canadien pour la santé de la faune;
- les acteurs de l'industrie (agriculture, alimentation, tourisme faunique);
- les groupes de défense d'intérêt particuliers comme les ONG fauniques et les groupes de science citoyenne;
- les communautés, les gardiens et les gardiens du savoir autochtones;
- les organismes de santé et sécurité au travail;
- les professionnels de la santé.

Certains éléments clés à envisager dans la gestion de la flambée pour les domaines de santé animale, environnementale et humaine englobés par le concept « Une seule santé » sont présentés ci-après.

Considérations pour la santé animale

L'ACIA joue un rôle de premier plan lors d'interventions en santé animale en établissant des quarantaines, en ordonnant l'abattage d'élevages infectés, en effectuant la recherche des contacts et en chapeautant les mesures de biosécurité dans l'industrie avicole. La surveillance est essentielle afin de détecter rapidement les oiseaux malades pour prévenir une transmission subséquente. Il pourrait être nécessaire de resserrer les mesures de biosécurité des élevages de volailles situés dans les régions où des infections ont été recensées au sein de la faune ou des élevages. L'abattage est l'une des principales mesures de prévention, mais elle entraîne des coûts importants. Les mesures de biosécurité préventives peuvent réduire la transmission, et la *Norme nationale de biosécurité pour les fermes avicoles* de l'ACIA fournit des conseils détaillés sur le sujet aux propriétaires et aux gestionnaires d'installations de production avicole ainsi qu'aux personnes qui travaillent avec les volailles ou en élèvent, qu'ils s'agisse de grands producteurs, d'exploitants de petits élevages ou de personnes ayant des oiseaux de compagnie⁵³.

Les mesures à l'échelle des régions ou des élevages peuvent inclure la désignation de zones de contrôle, la réduction de la densité des installations commerciales ou des oiseaux hébergés pour prévenir la propagation entre les fermes. Les mesures pour protéger les élevages de l'exposition aux oiseaux sauvages ou aux vecteurs mécaniques (p. ex., rongeurs ou insectes qui introduiraient par accident des particules virales de l'extérieur) peuvent inclure le maintien à l'intérieur des oiseaux et l'établissement de barrières pour empêcher la faune d'interagir avec l'élevage⁵⁴. Le personnel peut prendre des mesures pour éviter la contamination croisée entre les poulaillers ou les fermes en utilisant de l'EPI et en ayant conscience des risques de transmission par les vêtements, les chaussures, l'équipement et les véhicules contaminés⁴⁴. Il faut également éliminer soigneusement les oiseaux abattus pour réduire les risques de transmission par les carcasses^{46, 53}.

Certains pays et certaines régions ont envisagé la vaccination des volailles comme mesure préventive, là où le risque de transmission est élevé ou en cas d'urgence pour aider à maîtriser une flambée en cours⁵⁵. Un programme de vaccination de masse se heurterait toutefois à certains problèmes et obstacles tels que les barrières commerciales, les coûts et la logistique⁵⁵; on manque également de données sur l'efficacité des vaccins contre les infections asymptomatiques. La vaccination n'élimine pas la nécessité d'une surveillance continue et de mesures de biosécurité. La vaccination des volailles contre l'IAHP a été mise en œuvre en Chine (H5 et H7) et a été approuvée au Mexique vers la fin de 2022. Plus récemment, la France a annoncé un tel programme de vaccination de masse, commençant avec les canards, dont le lancement est prévu pour septembre 2023⁵⁶.

Considérations environnementales

Les oiseaux sauvages, ainsi que les mammifères sauvages de plus en plus, sont des réservoirs du virus; pour en comprendre l'évolution et la persistance, il devient donc nécessaire d'assurer une surveillance de la faune. La surveillance de l'IAHP chez les animaux sauvages est habituellement passive, s'appuyant sur l'analyse des carcasses d'oiseaux morts ou d'autres animaux sauvages signalés au Réseau canadien pour la santé de la faune (ou au BC Wildlife Health Program [programme de santé de la faune de la Colombie-Britannique])¹⁶. Les groupes les plus susceptibles d'interagir avec la faune (groupes de science citoyenne, professions de plein air, communautés autochtones) peuvent jouer un rôle important dans la détection et le signalement d'animaux sauvages malades ou morts de cause inconnue. La surveillance active pour dépister les infections bénignes ou asymptomatiques chez les animaux sauvages est limitée.

Les risques de transmission peuvent être plus élevés dans certaines conditions environnementales ou à certains moments de l'année. Par exemple, les basses températures^{27, 57} et les eaux de pH neutre à alcalin (de 7,0 à 8,5), de faible salinité (moins de 0,5 p.p. 10³) et de faible concentration en ammonium (moins de 0,5 mg/litre)⁵⁸ sont plus favorables à la survie des virus d'IAHP. La transmission hydrique est un mode important d'infection chez les oiseaux marins. Les migrations peuvent entraîner une résurgence de la maladie parmi les populations d'oiseaux sauvages en raison d'une densité accrue des populations

d'oiseaux et de la contamination de l'environnement. Les sites de nidification ou les régions d'hivernage peuvent ainsi devenir des points chauds de transmission, et sont également populaires pour l'observation de la faune. Une surveillance ou une sensibilisation accrues peuvent donc être nécessaires dans certains environnements ou à certains moments de l'année pour détecter rapidement les oiseaux malades ou morts et renforcer la vigilance du public.

Il est difficile de déployer des mesures de biosécurité destinées aux animaux sauvages, particulièrement pour les espèces marines ou très mobiles³⁴. Certaines mesures comme le retrait des carcasses pourraient aider à prévenir la contamination de l'environnement dans les régions où la densité des oiseaux est faible et réduire les possibilités de contamination des rapaces, des mammifères et des animaux domestiques par les carcasses. Lors d'un épisode de mortalité massive, le retrait des carcasses pourrait cependant être moins efficace pour réduire la transmission faunique en raison de la contamination environnementale considérable ayant déjà eu lieu (p. ex., dans un site de nidification d'oiseaux de mer)⁵⁹. La mesure pourrait aussi perturber les colonies d'oiseaux, provoquant un déplacement des oiseaux contaminés vers de nouvelles régions, ou permettre la dissémination du virus à l'intérieur ou à l'extérieur de la région par les chaussures, les vêtements ou l'équipement du personnel qui ramasse les carcasses.

Les pertes d'habitats causées par le développement, le changement climatique ou les catastrophes naturelles peuvent densifier la faune, alors qu'elle doit se contenter d'un territoire toujours plus étroit, la pousser à chercher de nouveaux habitats ou en modifier les habitudes ou les haltes migratoires⁶⁰. La dégradation ou la pollution des environnements peuvent aussi se répercuter sur les sources naturelles de nourriture, poussant les animaux sauvages à se rapprocher des humains et des milieux urbains ou agricoles dans leur quête de nourriture, ce qui accroît le risque de transmission. Par conséquent, la prévention de la propagation et des possibilités de saut d'espèce peut exiger des solutions à long terme comme la restauration des habitats et des mesures de protection environnementale.

Considérations pour la santé humaine

La prévention, la détection précoce et le signalement des infections, la recherche des contacts, la surveillance génomique et la diffusion des résultats d'enquêtes épidémiologiques sur les cas chez les humains sont des responsabilités partagées. Les organismes fédéraux (ASPC, SC et ECCC) fournissent au public des conseils et des ressources sur la prévention de la transmission de l'IAHP (encadré 5)⁶¹⁻⁶⁴, et les organismes de santé et sécurité au travail dispensent des conseils aux professions exposés à un risque accru (p. ex., le personnel de l'industrie avicole et des parcs, les agents de protection, les vétérinaires et les chercheurs)^{44, 65}.

Les professionnels de la santé jouent quant à eux un rôle dans la détection des occurrences d'IAHP chez les patients présentant des symptômes grippaux et ayant été exposés récemment à des animaux sauvages ou à des volailles. Ils doivent signaler toute infection au virus de la grippe A(H5N1) au médecin

hygiéniste. La santé publique participera aux activités de suivi, notamment aux enquêtes épidémiologiques, aux études de cas détaillées et aux analyses génomiques, toutes indispensables afin de connaître les modes de transmission ainsi que l'évolution du virus pour détecter les modifications de pathogénicité pour l'humain. La diffusion rapide de telles informations aux échelles nationale et mondiale peut accroître le degré de préparation et améliorer les activités d'intervention⁴⁹.

Il n'existe actuellement aucun vaccin contre l'IAHP homologué Canada pour les humains ou les animaux au, mais la vaccination contre la grippe saisonnière est recommandée pour les personnes qui présentent un risque élevé d'exposition à l'IAHP afin de réduire les risques associés à une co-infection par l'IAHP et un virus grippal infectant les humains⁶⁶.

Encadré 5. Conseils généraux pour les membres du public^{38,61-64,67,68}

- Éviter de nourrir ou les oiseaux sauvages d'interagir avec eux, ou encore de manipuler des plumes dans les régions où l'on a signalé des infections à l'IAHP.
- Tenir les enfants et les animaux de compagnie loin des oiseaux sauvages et de leurs excréments.
- Signaler les animaux sauvages malades ou morts à la BC Wild Bird Mortality Line [Ligne de signalement des oiseaux morts de la Colombie-Britannique] ou au [Réseau canadien pour la santé de la faune](#) (reste du Canada).
- Éviter de manipuler ou de consommer des animaux sauvages qui semblent malades ou morts de causes inconnues.
- Les personnes qui chassent ou récoltent des œufs sauvages dans la nature devraient :
 - éviter de recueillir les œufs très sales ou cassés, et ne pas les rincer;
 - éviter les contacts directs avec le sang, les excréments et les sécrétions des voies respiratoires d'animaux sauvages, et l'exposition à la poussière, aux plumes ou aux aérosols en travaillant dans un endroit bien ventilé ou en portant un masque;
 - éviter de manger, de boire, de fumer ou de se toucher les yeux durant la préparation de gibier sauvage (se laver les mains avant et après);
 - bien cuire la viande, les organes et les œufs recueillis d'animaux sauvages pour atteindre une température interne de 74 °C (viande et œufs) et de 82 °C (oiseaux entiers).
- Empêcher les animaux domestiques d'avoir des contacts avec des oiseaux malades ou morts en gardant les chiens en laisse ainsi que les bols de nourriture et d'eau à l'intérieur, et en évitant de nourrir ces animaux avec de la viande crue provenant de carcasses potentiellement contaminées.



- Éviter de nourrir les oiseaux aquatiques, les mouettes et les goélands; garder les bords et les mangeoires pour oiseaux loin des animaux et des volailles domestiques et les nettoyer régulièrement⁶².
- Retirer les mangeoires durant les mois d'été (avril à septembre) pour réduire les points de congrégation d'oiseaux sauvages⁶⁸.
- Réduire les possibilités d'interactions des volailles de basses-cours avec les oiseaux sauvages ou leurs excréments, vérifier la présence de signes de maladie, tenir les oiseaux malades à l'écart des autres oiseaux et ne pas les faire entrer dans la maison.

La santé publique environnementale appliquée a un rôle important à jouer dans la surveillance et la protection de la santé publique en diffusant l'information sur les dangers et les précautions à prendre pour maîtriser les infections, par exemple les mesures indiquées dans l'encadré 5, de même qu'en participant à la recherche des flambées chez les animaux, particulièrement lorsqu'il s'agit d'infections d'hôtes inhabituels comme des animaux domestiques ou des animaux sauvages urbains.

Conclusions

La persistance de la flambée actuelle de grippe A(H5N1) démontre la capacité du virus à se réassortir, à évoluer et à acquérir d'autres mutations qui lui permettent de survivre et d'infecter une plus grande diversité d'espèces d'oiseaux et de mammifères que ce qu'on avait pu observer auparavant. La situation accroît le risque de saut vers l'espèce humaine et menace la biodiversité mondiale, tout en entraînant des répercussions sur l'économie et la sécurité alimentaire. La transmission continue du virus chez les oiseaux sauvages, commerciaux et domestiques pourrait entraîner davantage de décès, nécessiter l'abattage d'élevages infectés et menacer les efforts de conservation de la faune.

Compte tenu de ces problèmes, il est nécessaire d'établir des partenariats, une coopération et un partage d'information multisectoriels à l'échelle nationale et mondiale afin d'adopter une approche « Une seule santé » dans la gestion et l'atténuation de la flambée, y compris des mesures de santé pour la faune, les volailles et les humains. Si les mesures de santé animale sont souvent sous les projecteurs dans la gestion de l'influence aviaire lors de flambées, les professionnels de santé publique environnementale jouent également un rôle important en veillant à ce que les facteurs environnementaux de transmission et les risques pour la santé humaine soient pris en compte et diffusés pour prévenir la propagation continue ou les possibilités de saut d'espèce.

Remerciements

L'auteure aimerait remercier Angela Eykelbosh, Lydia Ma et Michele Wiens, employées du CCNSE, d'avoir révisé le présent document.



Références

Comment citer ce document

ISBN : 978-1—988234-86-1

Pour citer ce document : O’Keeffe, J. *La grippe aviaire A(H5N1) : Poursuite de la flambée*. Vancouver (Colombie-Britannique). Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Juillet 2023.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement. La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière de l’Agence de la santé publique du Canada au Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2023
655 W. 12th Av. Vancouver (C.-B.) V5Z 4R4
contact@ncceh.ca | www.ccnse.ca

1. O’Keeffe J. Avian influenza A(H5N1) 2022 outbreak in Canada [blog]. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health; 2022 May 12. Available from: <https://ncceh.ca/content/blog/avian-influenza-ah5n1-2022-outbreak-canada>.
2. World Health Organization. Influenza (Avian and other zoonotic). Geneva, Switzerland: WHO; 2018 Nov 13. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(avian-and-other-zoonotic\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(avian-and-other-zoonotic)).
3. Poovorawan Y, Pyungporn S, Prachayangprecha S, Makkoch J. Global alert to avian influenza virus infection: from H5N1 to H7N9. *Pathog Glob Health*. 2013 Jul;107(5):217-23. Available from: <https://doi.org/10.1179/2047773213Y.0000000103>.
4. Centers for Disease Control and Prevention. Types of influenza viruses. Atlanta GA: US CDC; 2023 [last updated Mar 30, 2023]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/about/viruses/types.htm>.
5. Centers for Disease Control and Prevention. Avian influenza in birds. Atlanta, Georgia: US Department of Health & Human Services; 2022 Mar 9. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/avian-in-birds.htm>.
6. World Organisation for Animal Health. High pathogenicity avian influenza (HPAI)- situation report. Paris, France: WOAHA 2023 Jun 5. Available from: <https://www.woah.org/app/uploads/2023/06/hpai-situation-report-20230605.pdf>.
7. Uyeki TM. Human infection with highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus: review of clinical issues. *Clin Infect Dis*. 2009;49(2):279-90. Available from: <https://doi.org/10.1086/600035>.
8. World Health Organization. Cumulative number of confirmed human cases for avian influenza A (H5N1) reported to WHO, 2003-2023. Geneva, Switzerland: WHO; 2023 Jan 5. Available from:

[https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a\(h5n1\)-reported-to-who-2003-2022-5-jan-2023](https://www.who.int/publications/m/item/cumulative-number-of-confirmed-human-cases-for-avian-influenza-a(h5n1)-reported-to-who-2003-2022-5-jan-2023).

9. Public Health Agency of Canada. Human emerging respiratory pathogens bulletin: Issue 77. Ottawa, ON: Government of Canada; 2023 [last updated Jun 15]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/surveillance/human-emerging-respiratory-pathogens-bulletin.html>.
10. Hammond A, Vandemaele K, Fitzner J. Human cases of influenza at the human-animal interface, January 2014-April 2015. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2015 Jul 10. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/who-wer-9028-349-362>.
11. Jhung MA, Nelson DI. Outbreaks of avian influenza A (H5N2), (H5N8), and (H5N1) among birds--United States, December 2014-January 2015. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2015 Feb 6;64(4):111. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4584850/>.
12. Caliendo V, Lewis NS, Pohlmann A, Baillie SR, Banyard AC, Beer M, et al. Transatlantic spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 by wild birds from Europe to North America in 2021. Sci Rep. 2022 Jul 11;12(1):11729. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13447-z>.
13. Krammer F, Schultz-Cherry S. We need to keep an eye on avian influenza. Nat Rev Immunol. 2023 May 1;23(5):267-8. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41577-023-00868-8>.
14. Harvey JA, Mullinax JM, Runge MC, Prosser DJ. The changing dynamics of highly pathogenic avian influenza H5N1: next steps for management & science in North America. Biol Conserv. 2023 Jun;282:110041. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110041>.
15. Kandeil A, Patton C, Jones JC, Jeevan T, Harrington WN, Trifkovic S, et al. Rapid evolution of A(H5N1) influenza viruses after intercontinental spread to North America. Nat Commun. 2023 May 29;14(1):3082. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38415-7>.
16. Canadian Food Inspection Agency. High pathogenicity avian influenza in wildlife. Ottawa, ON: CFIA; 2023 [updated Jul 5]; Available from: <https://cfia-ncr.maps.arcgis.com/apps/dashboards/89c779e98cdf492c899df23e1c38fdbc>.
17. Kuta S. Twenty endangered California condors die amid avian flu outbreak. Smithsonian Magazine. 2023 May 1. Available from: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/twenty-endangered-california-condors-die-amid-avian-flu-outbreak-180982067/>.
18. Kozlov M. US will vaccinate birds against avian flu for first time — what researchers think. Nature. 2023 May 26;618:220-1. Available from: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-01760-0>.
19. Adlhoch C, Baldinelli F. Avian influenza, new aspects of an old threat. Euro Surveill. 2023 May;28(19). Available from: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.19.2300227>.
20. Leguia M, Garcia-Glaessner A, Muñoz-Saavedra B, Juarez D, Barrera P, Calvo-Mac C, et al. Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) in marine mammals and seabirds in Peru. bioRxiv. 2023 Mar 3. Available from: <https://doi.org/10.1101/2023.03.03.531008>.
21. Sernapesca. Avian influenza in Chile: first semester closes with more than 15,000 dead marine animals. Victoria, Chile: National Fisheries and Aquaculture Service; 2023 Jul 6. Available from: <http://www.sernapesca.cl/noticias/influenza-aviar-en-chile-primer-semestre-cierra-con-mas-de-15-mil-animales-marinos-muertos>.

22. Sturm-Ramirez KM, Ellis T, Bousfield B, Bissett L, Dyrting K, Rehg JE, et al. Reemerging H5N1 influenza viruses in Hong Kong in 2002 are highly pathogenic to ducks. *J Virol.* 2004 May;78(9):4892-901. Available from: <https://doi.org/10.1128/jvi.78.9.4892-4901.2004>.
23. Hill NJ, Bishop MA, Trovão NS, Ineson KM, Schaefer AL, Puryear WB, et al. Ecological divergence of wild birds drives avian influenza spillover and global spread. *PLoS Pathog.* 2022;18(5):e1010062. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010062>.
24. Canadian Food Inspection Agency. Status of ongoing avian influenza response by province. Ottawa, ON: CFIA; 2023 [last updated Jul 4]. Available from: <https://inspection.canada.ca/animal-health/terrestrial-animals/diseases/reportable/avian-influenza/hpai-in-canada/status-of-ongoing-avian-influenza-response/eng/1640207916497/1640207916934#wb-auto-23>.
25. James J, Billington E, Warren CJ, Sliva DD, Genova CD, Airey M, et al. Clade 2.3.4.4b H5N1 high pathogenicity avian influenza virus (HPAIV) from the 2021/22 epizootic is highly duck adapted and poorly adapted to chickens. *J Gen Virol.* 2023 Feb 7;104(5):1-16. Available from: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001852>.
26. James J, Warren CJ, Silva DD, Lewis T, Grace K, Reid SM, et al. The role of airborne particles in the epidemiology of clade 2.3.4.4b H5N1 high pathogenicity avian influenza virus in commercial poultry production units. *bioRxiv.* 2023 Mar 16. Available from: <https://doi.org/10.1101/2023.03.16.532935>.
27. Nazir J, Haumacher R, Ike A, Stumpf P, Böhm R, Marschang RE. Long-term study on tenacity of avian influenza viruses in water (distilled water, normal saline, and surface water) at different temperatures. *Avian Dis.* 2010;54(s1):720-4. Available from: <https://doi.org/10.1637/8754-033109-ResNote.1>.
28. Domanska-Blicharz K, Minta Z, Smietanka K, Marché S, van den Berg T. H5N1 high pathogenicity avian influenza virus survival in different types of water. *Avian Dis.* 2010;54(s1):734-7. Available from: <https://doi.org/10.1637/8786-040109-ResNote.1>.
29. Kaplan BS, Webby RJ. The avian and mammalian host range of highly pathogenic avian H5N1 influenza. *Virus Res.* 2013 Dec 5;178(1):3-11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2013.09.004>.
30. Leung K, Lam TTY, Wu JT. Controlling avian influenza. *BMJ.* 2023;380:560. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.p560>.
31. Canadian Food Inspection Agency. Domestic dog tests positive for avian influenza in Canada. Ottawa, ON: CFIA; 2023 Apr 5. Available from: <https://www.canada.ca/en/food-inspection-agency/news/2023/04/domestic-dog-tests-positive-for-avian-influenza-in-canada.html>.
32. European Centres for Disease Prevention and Control. Communicable diseases threats report. Stockholm, Sweden: ECDC; 2023 Jul 8. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/communicable-disease-threats-report-week-27-2023.pdf>.
33. OIE-FAO Network of Expertise on Animal Influenzas. OFFLU statement on infections with avian influenza A(H5N1) virus in cats in Poland. Paris, France: OFFLU; 2023 Jun 28. Available from: <https://www.offlu.org/index.php/2023/06/28/offlu-statement-on-infections-with-avian-influenza-ah5n1-virus-in-cats-in-poland/>.

34. Puryear W, Sawatzki K, Hill N, Foss A, Stone J, Doughty L, et al. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus outbreak in New England seals, United States. *Emerg Infect Dis.* 2023;24(4):786-91. Available from: <https://doi.org/10.3201/eid2904.221538>.
35. Agüero M, Monne I, Sánchez A, Zecchin B, Fusaro A, Ruano MJ, et al. Highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus infection in farmed minks, Spain, October 2022. *Euro Surveill.* 2023 Jan;28(3). Available from: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.3.2300001>.
36. Graaf A, Piesche R, Sehl-Ewert J, Grund C, Pohlmann A, Beer M, et al. Low susceptibility of pigs against experimental infection with HPAI virus H5N1 clade 2.3.4.4b. *Emerg Infect Dis.* 2023 Jul;29(7). Available from: <https://doi.org/10.3201/eid2907.230296>.
37. Kniss K, Sumner K, Tastad K, Lewis N, Jansen L, Julian D, et al. Risk for infection in humans after exposure to birds infected with highly pathogenic avian influenza A(H5N1) virus, United States, 2022. *Emerg Infect Dis.* 2023 Jun;29(6). Available from: <https://doi.org/10.3201/eid2906.230103>.
38. European Centre for Disease Prevention and Control. Avian influenza overview March – April 2023. Stockholm, Sweden: ECDC; 2023 May 12. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/avian-influenza-overview-march-april-2023>.
39. Van Kerkhove MD, Mumford E, Mounts AW, Bresee J, Ly S, Bridges CB, et al. Highly pathogenic avian influenza (H5N1): pathways of exposure at the animal-human interface, a systematic review. *PLoS ONE.* 2011 Jan 24;6(1):e14582. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014582>.
40. Public Health Agency of Canada. Human emerging respiratory pathogens bulletin: Issue 75. Ottawa, ON: Government of Canada; 2023 [last updated Apr 12]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/surveillance/human-emerging-respiratory-pathogens-bulletin.html>.
41. UK Health Security Agency. UKHSA's asymptomatic avian influenza surveillance programme. London, UK: UKHSA; 2023 Jun 6. Available from: <https://ukhsa.blog.gov.uk/2023/06/06/ukhsa-asymptomatic-avian-influenza-surveillance-programme/>.
42. Aznar E, Casas I, González Praetorius A, Ruano Ramos MJ, Pozo F, Sierra Moros MJ, et al. Influenza A(H5N1) detection in two asymptomatic poultry farm workers in Spain, September to October 2022: suspected environmental contamination. *Euro Surveill.* 2023;28(8):2300107. Available from: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.8.2300107>.
43. Ly S, Vong S, Cavailler P, Mumford E, Mey C, Rith S, et al. Environmental contamination and risk factors for transmission of highly pathogenic avian influenza A(H5N1) to humans, Cambodia, 2006-2010. *BMC Infect Dis.* 2016 2016-11-04;16(1):631. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12879-016-1950-z>.
44. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Avian influenza. 2023 [last updated Jun 13]. Available from: https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/avian_influenza.html.
45. Thomas C, Swayne DE. Thermal inactivation of H5N1 high pathogenicity avian influenza virus in naturally infected chicken meat. *J Food Prot.* 2007 Mar;70(3):674-80. Available from: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.3.674>.
46. Doyle M, Schultz-Cherry S, Robach M, Weiss R. Destruction of H5N1 avian influenza virus in meat and poultry products Madison, WI: Food Research Institute, University of Wisconsin; 2007 Aug. Available from: https://fri.wisc.edu/files/Briefs_File/FRI_Brief_H5N1_Avian_Influenza_8_07.pdf.

-
47. US Centers for Disease Control and Prevention. Technical report: highly pathogenic avian influenza A(H5N1) viruses. Atlanta, GA: US CDC; 2023 [last updated Jun 30]. Available from: <https://www.cdc.gov/flu/avianflu/spotlights/2022-2023/h5n1-technical-report.htm>.
48. Franklin SI. Can One Health fight H5N1 avian influenza? *Lancet Planet Health*. 2023 Jun 1;7(6):e442-e3. Available from: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00086-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00086-4).
49. European Centre for Disease Prevention and Control. Enhanced surveillance of severe avian influenza virus infections in hospital settings in the EU/EEA. Stockholm, Sweden: ECDC; 2023 Jun 26. Available from: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/enhanced-surveillance-severe-avian-influenza-virus-infections-hospital-settings>.
50. World Health Organization. Influenza at the human-animal interface summary and assessment, 24 April 2023. Geneva, Switzerland: WHO; 2023 Apr 24. Available from: <https://www.who.int/publications/m/item/influenza-at-the-human-animal-interface-summary-and-assessment-24-april-2023>.
51. Gilbertson B, Subbarao K. Mammalian infections with highly pathogenic avian influenza viruses renew concerns of pandemic potential. *J Exp Med*. 2023;220(8):e20230447. Available from: <https://doi.org/10.1084/jem.20230447>.
52. Mubareka S, Amuasi J, Banerjee A, Carabin H, Jack JC, Jardine C, et al. Strengthening a One Health approach to emerging zoonoses. *FACETS*. 2023;8:1-64. Available from: <https://doi.org/10.1139/facets-2021-0190>.
53. Canadian Food Inspection Agency. National avian on-farm biosecurity standard. Ottawa, ON: Canadian Food Inspection Agency; 2018. Available from: <https://inspection.canada.ca/DAM/DAM-animals-animaux/WORKAREA/DAM-animals-animaux/text-texte/nat-avian-on-farm-bio-standard-1532718025222-eng.pdf>.
54. Wanaratana S, Panyim S, Pakpinyo S. The potential of house flies to act as a vector of avian influenza subtype H5N1 under experimental conditions. *Med Vet Entomol*. 2011;25(1):58-63. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2010.00928.x>.
55. International Egg Commission. High pathogenicity avian influenza in layers: considerations and essential components for vaccination and surveillance. London, UK: IEC; 2023 Apr. Available from: <https://www.internationalegg.com/app/uploads/2023/04/AI-Vaccination-Surveillance-Document-April-2023-Digital-for-mobile-low-res.pdf>.
56. l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation dleedt. Avian influenza: three vaccination scenarios for poultry. Paris, France: ANSES; 2023 Apr 12. Available from: <https://www.anses.fr/en/content/avian-influenza-three-vaccination-scenarios-poultry>.
57. Yamamoto Y, Nakamura K, Mase M. Survival of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in tissues derived from experimentally infected chickens. *Appl Environ Microbiol*. 2017;83(16):e00604-17. Available from: <https://doi.org/10.1128/AEM.00604-17>.
58. Keeler SP, Dalton MS, Cressler AM, Berghaus RD, Stallknecht DE. Abiotic factors affecting the persistence of avian influenza virus in surface waters of waterfowl habitats. *Appl Environ Microbiol*. 2014 May;80(9):2910-7. Available from: <https://doi.org/10.1128/AEM.03790-13>.
59. Adam K, Auty H, Gilbert L, Mohr S, Boden L. EPIC veterinary risk assessment: wild bird carcass collection in the event of mass mortality due to suspected highly pathogenic avian influenza (HPAI).

Inverness, Scotland: EPIC - The Scottish Government's Centre of Expertise on Animal Disease Outbreaks; 2023 Mar 29. Available from: <https://www.epicscotland.org/resources/publications-by-epic-members/epic-veterinary-risk-assessment-wild-bird-carcass-collection-in-the-event-of-mass-mortality-due-to-suspected-highly-pathogenic-avian-influenza-hpai/>.

60. Takekawa JY, Prosser DJ, Sullivan JD, Yin S, Wang X, Zhang G, et al. Potential effects of habitat change on migratory bird movements and avian influenza transmission in the East Asian-Australasian flyway. *Diversity*. 2023;15(5):601. Available from: <https://doi.org/10.3390/d15050601>.

61. Public Health Agency of Canada. Avian influenza A(H5N1): for health professionals. Ottawa, ON: Government of Canada; 2023 [last updated Feb 20]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/avian-influenza-h5n1/health-professionals.html>.

62. Environment and Climate Change Canada. Avian influenza in wild birds. Ottawa, ON: Government of Canada; 2023 [last updated Jun 2]. Available from: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/migratory-game-bird-hunting/avian-influenza-wild-birds.html>.

63. Polar Knowledge Canada. Avian influenza in Canada. Ottawa, ON: Government of Canada; 2023 [last updated Jun 1]. Available from: <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/publications/avian-influenza-in-canada.html>.

64. Public Health Agency of Canada. Wildlife and avian influenza – handling guidelines to protect your health. Ottawa, ON: Government of Canada; 2022 [last updated Jul 15]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/flu-influenza/fact-sheet-guidance-on-precautions-handling-wild-birds.html>.

65. WorkSafeBC. Avian flu. Vancouver, BC: WorkSafeBC; 2023. Available from: <https://www.worksafebc.com/en/health-safety/injuries-diseases/infectious-diseases/types/avian-flu>.

66. Public Health Agency of Canada. Flu (influenza): get your flu shot. Ottawa, ON: Government of Canada; 2022 [last updated Dec 9]. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/flu-influenza/get-your-flu-shot.html>.

67. National Collaborating Centre for Infectious Diseases. H5N1 highly pathogenic avian influenza A virus (bird flu). Winnipeg, MB: NCCID; 2023 Mar 27. Available from: <https://nccid.ca/debrief/avian-influenza-h5n1/>.

68. BC Society for the Prevention of Cruelty to Animals. BC SPCA asks public to remove bird feeders due to avian influenza outbreak. Vancouver, BC: BCSPCA; 2022 Dec 15. Available from: <https://spca.bc.ca/news/bc-sPCA-asks-public-to-remove-bird-feeders-due-to-avian-influenza-outbreak/>.