



Bureau du conseiller scientifique  
en chef du Canada

Office of the Chief  
Science Advisor of Canada

Canada

# Gestion de la grippe aviaire : **Feuille de route et plan d'action scientifiques**

---

Un rapport de la conseillère  
scientifique en chef du Canada

Février 2025



© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par la Conseillère scientifique en chef du Canada (2025)

Le présent document est disponible sur Internet à l'adresse [www.canada.ca/BCSC](http://www.canada.ca/BCSC)  
This publication is also available in English.

No de cat. : lu37-54/2025F  
ISBN : 978-0-660-76202-9

En cas d'incompatibilité entre la version imprimée et la version électronique de ce document, la version électronique prévaudra.

# TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE : FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES</b>                                                       | <b>1</b>  |
| <b>RÉSUMÉ</b>                                                                                                                               | <b>1</b>  |
| Contexte                                                                                                                                    | 1         |
| Ce qui est nécessaire                                                                                                                       | 1         |
| Feuille de route et plan d'action scientifiques                                                                                             | 1         |
| <b>FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE</b>                                                 | <b>2</b>  |
| <b>OBJECTIFS TRANSVERSAUX</b>                                                                                                               | <b>2</b>  |
| Conclusion                                                                                                                                  | 3         |
| <b>FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE</b>                                                 | <b>4</b>  |
| <b>I. SITUATION ACTUELLE ET CONTEXTE</b>                                                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>II. POURQUOI LA FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE EST-ELLE NÉCESSAIRE AU FÉDÉRAL?</b> | <b>4</b>  |
| <b>III. CE QUE NOUS SAVONS SUR L'ÉCLOSION ACTUELLE DE H5N1</b>                                                                              | <b>5</b>  |
| L'influenza aviaire touche de nombreux oiseaux sauvages et domestiques, ainsi que des mammifères.                                           | 5         |
| Salubrité des aliments                                                                                                                      | 6         |
| Les cas humains augmentent lentement.                                                                                                       | 6         |
| <b>IV. CE QUE NOUS SAVONS SUR LE VIRUS H5N1</b>                                                                                             | <b>7</b>  |
| Biologie du virus                                                                                                                           | 7         |
| Infection animale                                                                                                                           | 7         |
| Infection humaine                                                                                                                           | 8         |
| Contre-mesures médicales pour les personnes                                                                                                 | 8         |
| Vaccins                                                                                                                                     | 9         |
| Antiviraux                                                                                                                                  | 9         |
| Tests                                                                                                                                       | 9         |
| Contre-mesures médicales pour les animaux                                                                                                   | 9         |
| <b>V.APPROCHE « UNE SEULE SANTÉ</b>                                                                                                         | <b>10</b> |
| Tableau 1 : Approche « Une seule santé » et virus de l'influenza A hautement pathogène                                                      | 10        |
| <b>VI. AMÉLIORATION DE L'ÉTAT DE PRÉPARATION GRÂCE À LA SCIENCE ET À LA RECHERCH</b>                                                        | <b>11</b> |
| Tableau 2 : Principaux besoins en matière de connaissances et lacunes prioritaires*                                                         | 12        |
| <b>VII. FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE</b>                                            | <b>13</b> |
| <b>OBJECTIFS TRANSVERSAUX</b>                                                                                                               | <b>13</b> |
| <b>PRINCIPES</b>                                                                                                                            | <b>13</b> |
| <b>BUTS ASSOCIÉS À LA VOIE</b>                                                                                                              | <b>13</b> |
| Tableau 3 : En bref - Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire                                  | 14        |
| <b>MESURES ET SOUS-MESURES SCIENTIFIQUES PRIORITAIRES RECOMMANDÉES POUR LA GRIPPE AVIAIRE, SELON LA VOIE :</b>                              | <b>15</b> |
| <b>VOIE N° 1 SURVEILLER LA PROPAGATION DU VIRUS DE LA GRIPPE AVIAIRE, ET COMPRENDRE LE VIRUS ET LES MENACES QU'IL POSE</b>                  | <b>15</b> |
| <b>VOIE N° 2 ATTÉNUER LES EFFETS DU VIRUS DE LA GRIPPE AVIAIRE SUR L'ENVIRONNEMENT, LES ANIMAUX ET LES HUMAINS</b>                          | <b>16</b> |
| <b>VOIE N° 3 AMÉLIORER LA PRÉVENTION, L'ÉTAT DE PRÉPARATION ET L'INTERVENTION EN CAS DE PANDÉMIE DE GRIPPE AVIAIRE</b>                      | <b>17</b> |
| <b>VOIE N° 4 RENFORCER LES PLATEFORMES ET LES SYSTÈMES DE SOUTIEN</b>                                                                       | <b>19</b> |
| <b>VIII.COMMENT UTILISER LA FEUILLE DE ROUTE</b>                                                                                            | <b>20</b> |
| <b>IX. CONCLUSION</b>                                                                                                                       | <b>20</b> |
| <b>X. REMERCIEMENTS</b>                                                                                                                     | <b>21</b> |
| <b>XI. ANNEXE I : ORGANISATIONS FÉDÉRALES AU CANADA PRENANT PART AUX MESURES DE LUTTE CONTRE LA GRIPPE AVIAIRE</b>                          | <b>21</b> |
| <b>XII. REFERENCES</b>                                                                                                                      | <b>23</b> |

# GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE : FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES

## RÉSUMÉ

### Contexte

Des éclosions à grande échelle de grippe aviaire hautement pathogène se propagent à l'heure actuelle dans plusieurs pays et touchent de nombreuses espèces animales en plus des oiseaux. La maladie, communément appelée grippe ou influenza aviaire, est causée par le virus H5N1, qui s'est largement propagé chez les oiseaux sauvages de partout au monde depuis les années 2020 et 2021, causant une mortalité sans précédent chez les oiseaux sauvages et la volaille domestique. La souche virale actuelle, soit le clade 2.3.4.4b, diffère de celle qui était en circulation avant 2020. Elle s'étend de plus en plus au-delà de la faune aviaire, touchant une grande variété de mammifères terrestres et marins, y compris, plus récemment, les vaches laitières aux États-Unis. Outre ses effets dévastateurs sur le bien-être des oiseaux et d'autres animaux, l'impact du virus H5N1 sur le secteur agroalimentaire, avec ses conséquences sur la sécurité alimentaire et la fixation des prix, suscite de plus en plus d'inquiétudes sur le plan socio-économique. La détection du virus H5N1 chez des centaines d'espèces d'oiseaux et plus de 200 mammifères met en évidence la menace qu'il représente pour la biodiversité et les espèces en péril.

Le nouveau clade du virus H5N1 a également démontré sa capacité à se propager à l'humain par contact avec des animaux infectés, ce qui en fait un risque professionnel pour les travailleurs agricoles, les vétérinaires et les personnes qui manipulent des espèces sauvages. Chez l'humain, la maladie se manifeste par des symptômes respiratoires légers à graves et une conjonctivite. Jusqu'à présent, il n'existe aucune preuve de transmission interhumaine, mais la souche H5N1 actuellement en circulation est susceptible d'évoluer ou de se réassortir (y compris avec d'autres virus grippaux), ce qui pourrait donner naissance à un virus capable de causer inopinément, ou presque, une infection généralisée et une maladie grave chez des personnes.

### Ce qui est nécessaire

Tous les virus grippaux qui touchent l'humain et d'autres mammifères sont issus de virus de l'influenza aviaire, ce qui nécessite une approche « Une seule santé » et des mesures intégrées et unificatrices qui visent à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. Des données scientifiques sont entre autres nécessaires de toute urgence pour savoir où et comment le virus H5N1 se propage (transmission) et quels sont les réservoirs animaux et environnementaux du virus. Des connaissances de base sur la biologie du virus sont essentielles, y compris des connaissances sur la façon dont le virus évolue et interagit avec différents hôtes, provoquant des infections dont la gravité peut varier, allant de légères à mortelles, en fonction de l'espèce (pathogénicité). Les caractéristiques de l'hôte qui influencent sa réceptivité à l'infection et son immunité contre le virus doivent être clarifiées et les organes cibles doivent être définis. Des méthodes doivent être élaborées pour assurer l'efficacité de la surveillance de l'environnement et de la détection chez de nombreuses espèces et dans de nombreux contextes (la surveillance et le diagnostic), ainsi que des approches préventives de contrôle de l'infection. Enfin, des vaccins et des traitements efficaces pouvant être déployés à grande échelle doivent être mis au point pour prévenir et contrôler les éclosions chez les animaux et les humains.

### Feuille de route et plan d'action scientifiques

C'est dans cette optique qu'une feuille de route et un plan d'action scientifiques intégrés (la feuille de route) sont proposés. Les recommandations et les livrables de la feuille de route reposent sur des principes clés. Il s'agit notamment de décisions fondées sur des données probantes, de données scientifiques ouvertes et sécurisées, de l'équité et de la confiance, de la réduction des préjudices et de la mobilisation respectueuse avec les communautés.

Compte tenu de la progression du virus H5N1 au sein des espèces et d'une espèce à l'autre, il est suggéré que les efforts se concentrent en priorité sur le perfectionnement des connaissances fondamentales, des données et des contre-mesures médicales relatives au virus H5N1. Des approches similaires peuvent être étendues ultimement à d'autres virus de l'influenza aviaire, tels que le virus H7 hautement pathogène.

## FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE

### OBJECTIFS TRANSVERSAUX

- Détection rapide du virus de la grippe aviaire pour assurer une intervention et une évaluation des risques en temps opportun
- Protection continue du secteur agroalimentaire, de la faune et des écosystèmes
- Prévention, traitement et prise en charge de la grippe aviaire chez les animaux et les personnes

| Buts associés à la voie                                                                                                              | Mesures scientifiques prioritaires recommandées                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Voie n° 1</i><br><b>Surveiller la propagation du virus de la grippe aviaire, et comprendre le virus et les menaces qu'il pose</b> | 1. Données et connaissance de la situation<br>2. Évaluation des risques<br>3. Pathogénicité et biologie du virus<br>4. Modes de transmission                                                                                                                                                                    |
| <i>Voie n° 2</i><br><b>Atténuer les effets du virus de la grippe aviaire sur l'environnement, les animaux et les humains</b>         | 5. Renforcer la détection et la surveillance du virus<br>6. Limiter la propagation du virus chez les animaux<br>7. Réduire la propagation du virus à l'humain et les taux d'infection connexes                                                                                                                  |
| <i>Voie n° 3</i><br><b>Améliorer la prévention, l'état de préparation et l'intervention en cas de pandémie de grippe aviaire</b>     | 8. Déployer des contre-mesures médicales efficaces pour les personnes et les animaux<br>9. Adopter des stratégies de prévention et de préparation<br>10. Protéger les populations vulnérables et promouvoir la santé et la sécurité au travail<br>11. Réduire le plus possible les répercussions sur la société |
| <i>Voie n° 4</i><br><b>Renforcer les plateformes et les systèmes de soutien</b>                                                      | 12. Systèmes de contrôle, laboratoires et capacités de dépistage efficaces<br>13. Partenariats, réseaux et modèles de gouvernance intégrés dans le cadre de l'approche « Une seule santé » qui tirent parti des capacités actuelles<br>14. Plateformes scientifiques et de données ouvertes et sécurisées       |

## Conclusion

La propagation actuelle du virus H5N1 à un grand nombre d'animaux sauvages, d'élevage et de compagnie doit être prise en charge d'urgence et nécessite des recherches ciblées et coordonnées, la collecte des données et la mise au point d'outils. Le virus H5N1 est considéré comme l'un des virus de l'influenza aviaire les plus pathogènes, avec des taux de mortalité élevés chez les oiseaux et les mammifères, y compris l'humain. Même si le risque de maladie lié à l'infection par le virus H5N1 dans la population générale est actuellement considéré comme faible et que les preuves de transmission entre les personnes sont peu nombreuses ou inexistantes, la capacité de propagation accrue favorise l'évolution et le réassortiment du virus, qui sera alors beaucoup plus efficace pour infecter les personnes et causer une nouvelle pandémie. Il est donc essentiel de surveiller et de limiter la propagation du virus et de préparer des contre-mesures médicales efficaces pour prévenir et gérer la maladie chez les animaux comme chez les humains.

*La Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire* sert de guide en faveur d'une action scientifique concertée contre la grippe aviaire afin d'optimiser la santé et le bien-être indissociables des humains, des animaux et de l'environnement. Elle aborde les quatre éléments essentiels qui forment la base des mesures de préparation et d'intervention efficaces en cas d'urgence, à savoir les données; les connaissances fondamentales sur les interactions entre le virus et l'hôte; les outils et produits pour la mise au point de contre-mesures médicales; et les méthodes et plateformes, y compris celles favorisant une communication efficace. La mise en avant des priorités proposées nécessitera une collaboration, une coordination et une communication des données entre de nombreux ministères du gouvernement fédéral, ainsi qu'avec des gouvernements sous-nationaux et des partenaires des milieux universitaire et industriel. Il est essentiel de combler les lacunes en matière de données probantes et de mettre au point des contre-mesures médicales efficaces pour renforcer nos efforts de prévention et notre état de préparation en vue de protéger le bien-être et la sécurité économiques.



# FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE

## I. SITUATION ACTUELLE ET CONTEXTE

Il existe à l'heure actuelle une *panzootie* (touchant de nombreux animaux différents) à grande échelle, mondiale, d'influenza aviaire hautement pathogène causée par le virus H5N1, communément appelée grippe aviaire<sup>1</sup>. Le virus panzootique H5N1 s'est largement propagé chez les oiseaux sauvages à l'échelle mondiale depuis les années 2020 et 2021, causant un nombre de décès sans précédent d'oiseaux sauvages et de volaille domestique. Le virus panzootique H5N1 de clade 2.3.4.4b est différent du virus de l'influenza aviaire qui était en circulation circulé avant 2020. Il s'étend de plus en plus au-delà de la faune aviaire sauvage, touchant une grande variété de mammifères terrestres et marins<sup>1</sup>, y compris, plus récemment, les vaches laitières aux États-Unis<sup>2</sup>. Outre l'impact dévastateur de l'influenza aviaire sur le bien-être des oiseaux et d'autres animaux, de sérieuses inquiétudes émergent quant aux répercussions potentielles sur le secteur agroalimentaire et le prix des aliments, ainsi qu'aux effets négatifs sur l'environnement, notamment la biodiversité et les espèces menacées.

À l'heure actuelle, le risque d'infection par le virus H5N1 pour la population générale est considéré comme faible, et les preuves de transmission entre les personnes sont peu nombreuses ou inexistantes<sup>3</sup>. L'exposition directe à des animaux infectés par le H5N1 ainsi qu'à des environnements contaminés constitue le plus grand risque d'infection humaine par le virus H5N1. Il est recommandé de prendre des précautions pour minimiser, voire éviter l'exposition et la propagation.

La grippe aviaire n'est pas maladie nouvelle<sup>4,5</sup>. Avant l'émergence relativement récente du virus H5N1, des éclosions à grande échelle de l'influenza aviaire virulente de sous-type H7, connue initialement sous le nom de « peste aviaire », ont été documentées depuis le début du 19<sup>e</sup> siècle<sup>4,5</sup>. Le sous-type H7 est toujours en circulation. En 2024, l'Australie a connu plusieurs éclosions d'influenza aviaire chez les volailles, causées notamment par les sous-types H7N3, H7N9 et H7N8<sup>6</sup>. Le sous-type H7 a également été mis en cause dans des infections humaines, entraînant par exemple plus de 600 décès entre 2013 et 2017 en République populaire de Chine; les cas ont cessé après l'introduction d'un programme de vaccination des volailles<sup>4</sup>. La souche H5N1 de l'influenza aviaire actuellement en circulation a le potentiel d'évoluer ou de se réassortir (y compris avec le sous-type H7 ou un autre virus de l'influenza) en un virus capable de causer inopinément, ou presque, une infection généralisée et une maladie grave chez l'humain.

## II. POURQUOI LA FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE EST-ELLE NÉCESSAIRE AU FÉDÉRAL?

La surveillance des éclosions d'influenza aviaire et les mesures de préparation et d'intervention efficaces en cas d'urgence nécessitent une coordination et une harmonisation des procédures entre un grand nombre de ministères et d'organismes fédéraux canadiens. Les principaux organismes comprennent l'Agence canadienne d'inspection des aliments, qui joue un rôle de premier plan dans les interventions de lutte contre les éclosions d'influenza chez les animaux. Parmi les partenaires, on compte Environnement et Changement climatique Canada, qui est responsable de la conservation et de la protection des oiseaux migrateurs, Parcs Canada, qui intervient lors de signalements d'animaux sauvages dans les parcs nationaux, Pêches et Océans Canada, qui aide au prélèvement et à l'analyse d'échantillons chez des mammifères marins sauvages, et Agriculture et Agroalimentaire Canada, qui aide l'industrie à faire face aux répercussions des interventions de lutte aux éclosions.

L'Agence de la santé publique du Canada est chargée des mesures de préparation et d'intervention d'urgence en cas de pandémie d'influenza chez l'humain, tandis que Santé Canada assure la préparation réglementaire et joue un rôle dans l'évaluation de la sécurité alimentaire. Services aux Autochtones Canada soutient les efforts de préparation et d'intervention chez les Premières Nations vivant dans les réserves et des Inuits. Sécurité publique Canada gère le centre des opérations du gouvernement en cas de situations d'urgence d'importance nationale. Innovation, Science et Développement économique Canada (ISDE) soutient l'innovation par le biais de la science et de la technologie, notamment par le biais de la *Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie*<sup>7</sup>. Enfin, Préparation aux crises sanitaires Canada est un organisme de service spécial qui a récemment été créé au sein de l'ISDE, appuyé par Santé Canada et l'Agence de la santé publique du Canada. L'organisme veille à ce que le Canada soit en mesure de répondre aux urgences sanitaires en soutenant le développement et la production de contre-mesures médicales (CMM), notamment des vaccins, des produits thérapeutiques et des outils de diagnostic. L'annexe 1 donne un aperçu des organisations fédérales qui contribuent aux efforts de lutte contre les éclosions d'influenza aviaire, adapté du *Plan nord-américain contre l'influenza animale et la pandémie d'influenza*.

Une leçon clé tirée de la récente pandémie de COVID-19 est l'importance d'établir des priorités scientifiques, de coordonner les conseils scientifiques et d'adopter une approche pangouvernementale pour garantir la disponibilité des données probantes aux fins de la prise de décisions et de la gestion des urgences. Compte tenu de l'ampleur et de l'impact inhabituels de l'influenza aviaire chez les oiseaux et de l'inquiétude croissante quant à l'augmentation du nombre d'espèces touchées dans le monde, la conseillère scientifique en chef (CSC) a réuni en mai 2024 les organisations fédérales canadiennes participant aux activités de préparation et de gestion des mesures d'urgence face à l'éclosion actuelle d'influenza aviaire chez des animaux. La réunion organisée en consultation avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments et l'Agence de la santé publique du Canada visait à se concentrer sur les besoins scientifiques et les lacunes dans les connaissances afin d'atténuer la propagation de l'influenza aviaire et ses répercussions. Tous les participants ont convenu de la nécessité d'adopter une approche coordonnée de recherche scientifique sur la grippe aviaire au Canada afin de combler les lacunes dans les connaissances et d'appuyer les politiques stratégiques éclairées par la science et les communications publiques.

*La Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire* appuiera une action concertée fondée sur des données probantes misant sur la détection précoce et l'endiguement de la grippe aviaire au Canada. Cette approche proposée appuie l'objectif de la Politique fédérale en matière de gestion des urgences visant à « *promouvoir une approche intégrée et résiliente en matière de planification de la gestion des urgences pour l'ensemble du gouvernement, y compris renforcer les mesures de prévention/d'atténuation, de préparation, d'intervention et de rétablissement en cas d'urgence* ». Les mises à jour scientifiques et les délibérations tirées de la réunion de mai 2024 mentionnée ci-dessus, la littérature scientifique récente jusqu'à décembre 2024 et les contributions d'experts alimentent le présent rapport. La feuille de route concerne la grippe d'origine aviaire, y compris les virus de la grippe aviaire hautement pathogènes (H5 et H7), ainsi que d'autres souches émergentes. Compte tenu de l'état actuel de la propagation du virus H5N1, l'action prioritaire devrait être centrée sur le virus H5N1.

### III. CE QUE NOUS SAVONS SUR L'ÉCLOSION ACTUELLE DE H5N1

En 2020, les virus H5N1 du clade 2.3.4.4b ont évolué en Asie et en Europe. À la fin de 2021, ces virus ont traversé au Canada et aux États-Unis et se sont propagés par les d'oiseaux sauvages migrateurs, avant de se propager en Amérique du Sud en octobre 2022<sup>8</sup>. La salive, les sécrétions nasales, la litière, les plumes et les excréments des oiseaux infectés, ainsi que les surfaces et l'eau contaminées, sont des sources d'infection pour d'autres oiseaux et animaux qui peuvent, à leur tour, la propager plus largement<sup>9,10</sup>. Les virus de la grippe humaine sont principalement transmis par voie respiratoire, tandis que les virus de l'influenza aviaire se propagent entre les oiseaux principalement par contact direct<sup>11,12</sup>. L'influenza est un virus bien étudié qui a produit des souches dévastatrices à l'origine de pandémies mondiales dans le passé, comme le virus de l'influenza aviaire H1N1 de 1918-1920, également connu sous le nom de grippe espagnole, qui a tué plus de 50 millions de personnes dans le monde, dont près de 50 000 Canadiens<sup>13</sup>.

#### **L'influenza aviaire touche de nombreux oiseaux sauvages et domestiques, ainsi que des mammifères.**

Les Nations Unies ont récemment indiqué que l'influenza aviaire avait entraîné la mort de plus de 300 millions d'oiseaux dans le monde entier, touchant 108 pays et cinq continents<sup>14</sup>. L'influenza aviaire est une menace importante pour la biodiversité, dans les populations d'oiseaux sauvages (décimant des colonies d'espèces menacées et atteignant des zones critiques) et chez les mammifères avec des événements de mortalité massive<sup>15</sup>.

Depuis 2022, une mortalité massive est observée chez de nombreuses espèces d'oiseaux sauvages infectés ainsi que dans les élevages de volailles, lesquels ont été soumis à des protocoles stricts visant à éradiquer toute infection afin de maintenir l'approvisionnement alimentaire aussi sûr que possible. L'APHIS de l'USDA a signalé la présence du virus H5N1 chez plus de 200 mammifères, y compris des chats domestiques, des chiens, des renards sauvages et d'élevage, des visons et des alpagas d'élevage, ainsi que chez des animaux marins, comme les phoques<sup>16</sup>. Alors que certains canards et d'autres oiseaux constituent des réservoirs d'infection, le virus H5N1 est mortel pour de nombreux oiseaux et mammifères charognards qui ont ingéré des carcasses contaminées. L'éclosion actuelle de grippe aviaire a entraîné la mort de plus de 11 millions d'oiseaux uniquement au Canada, soit par l'infection, soit par l'abattage pour enrayer la propagation<sup>17</sup>. Chez les chats, le taux de mortalité était également élevé (50 %) chez ceux ayant consommé du lait cru provenant de vaches laitières infectées par le virus H5N1 aux États-Unis<sup>18</sup>.

En octobre 2024, une infection par le virus H5N1 a été confirmée pour la première fois aux États-Unis chez un porc d'une ferme artisanale<sup>19</sup>. Les porcs sont une préoccupation particulière, car ils sont réceptifs aux virus de l'influenza transmis par d'autres porcs, par l'humain et par les oiseaux. Le réassortiment ou la permutation de gènes du virus de la grippe aviaire chez les porcs est vraisemblablement à l'origine de la pandémie de grippe A (H1N1) de 2009. À la fin de 2024, le virus H5N1 a été détecté chez des volailles dans presque tous les États américains et chez des vaches laitières dans plus de 14 États. À ce jour, aucun cas d'infection par le virus de l'influenza H5N1 n'a été signalé au Canada dans les troupeaux de vaches laitières ou de porcs. Avec la migration automnale des oiseaux, en novembre 2024, une hausse des foyers actifs d'influenza aviaire dans les élevages d'oiseaux au Canada a été observée, la majorité en Colombie-Britannique et dans l'Ouest canadien<sup>17</sup>.

## Salubrité des aliments

Des études montrent que la pasteurisation inactive le virus H5N1<sup>20</sup>. Tous les échantillonnages et tests de dépistage de l'influenza aviaire qui ont été réalisés jusqu'à présent au Canada dans le lait vendu au détail se sont révélés négatifs<sup>21</sup>. Le lait cru ne peut jamais être consommé en toute sécurité étant donné le risque de nombreuses maladies d'origine alimentaire, et il est illégal d'acheter et de vendre du lait cru au Canada<sup>22</sup>. Une étude récente du Department of Agriculture des États-Unis a montré que le virus de l'influenza aviaire est inactivé par les procédures de cuisson recommandées (au-dessus de 63 °C) du bœuf haché<sup>23</sup>. Des données probantes révèlent également que les méthodes de pasteurisation standard inactivent les virus de l'influenza dans le lait<sup>24</sup>. Rien n'indique que la consommation de lait pasteurisé ou de volaille, de bœuf, de viande de gibier, d'organes ou d'œufs entièrement cuits puisse transmettre le virus de l'influenza à l'humain.

## Les cas humains augmentent lentement.

À l'échelle mondiale, entre 2003 et septembre 2024, 904 cas d'infection humaine par le virus H5N1 ont été signalés dans 24 pays. Sur ces 904 cas, 464 ont été mortels (taux de létalité de 51 %) <sup>25</sup>, ce qui pourrait être une surestimation étant donné que les cas bénins ou asymptomatiques ne sont souvent pas signalés.

Environ 65 cas sporadiques de grippe aviaire chez l'humain ont été signalés aux États-Unis pendant l'éclosion de 2024<sup>26</sup> et 76 cas dans le monde, principalement chez les travailleurs agricoles<sup>14</sup>. Il est à noter qu'avant 2024, un seul cas humain d'infection par le H5N1 avait été signalé aux États-Unis. Au moment de la rédaction du présent rapport, presque tous les cas humains signalés aux États-Unis<sup>27</sup> étaient survenus par suite d'un contact étroit avec des volailles ou des bovins infectés<sup>26</sup>. En Louisiane, un cas d'infection à H5N1 potentiellement mortelle a été lié à une exposition à des oiseaux de basse-cour (génotype D1.1 également détecté chez des oiseaux sauvages et des volailles aux États-Unis)<sup>28</sup>. La majorité des cas américains récents

consistaient en une maladie cliniquement bénigne, la plupart présentant une conjonctivite et un tiers d'entre eux, une maladie respiratoire; la détection précoce et le traitement antiviral peuvent avoir joué un certain rôle<sup>27</sup>. Deux cas confirmés d'infection à H5N1 n'étaient liés à aucune voie d'exposition identifiée en 2024. Le premier cas était un adulte résidant dans le Missouri qui avait des antécédents de maladie clinique sous-jacente grave<sup>29</sup>, alors que le second cas était un jeune enfant de vivant en Californie qui présentait une infection confirmée par le clade 2.3.4.4b du virus H5N1, compatible avec les virus de génotype B3.13 détectés aux États-Unis chez l'humain, les vaches laitières et la volaille<sup>30</sup>. Une analyse récente réalisée chez des travailleurs exposés dans des fermes laitières de deux États américains a révélé que 7 % d'entre eux présentaient des signes sérologiques d'infection par le virus H5N1<sup>31</sup>, ce qui indique qu'il est probable que des personnes aient été infectées sans le savoir. Alors que les cas humains de grippe aviaire augmentent lentement, il n'y a aucune preuve à ce jour étayant une transmission interhumaine soutenue<sup>3</sup>.

Le Canada a connu son premier cas humain de grippe aviaire, dont les symptômes étaient graves, à la mi-novembre 2024, signalé en Colombie-Britannique (C.-B.). La jeune fille de 13 ans qui était auparavant en bonne santé, mais avec des antécédents d'asthme léger et un indice de masse corporelle élevé, a été hospitalisée dans un état critique avec une détresse respiratoire aiguë<sup>32</sup>. La source d'exposition reste inconnue malgré des recherches approfondies<sup>33</sup>. La séquence du génome vira, dont les données ont été téléversées dans GISAID<sup>34</sup>, a confirmé le clade 2.3.4.4.b D1.1 du virus H5N1 qui est lié à la même souche circulant chez les oiseaux sauvages et les volailles en C.-B.<sup>35</sup> Deux mutations rares<sup>32</sup> identifiées pourraient signifier un changement concernant une préférence potentielle pour les récepteurs de l'acide sialique liés en α2,6 chez les mammifères, par rapport aux récepteurs de l'acide sialique liés en α2,3 qui se trouvent principalement chez les oiseaux<sup>36</sup>. Dans ce cas, comme dans les autres cas humains, il n'y avait aucune preuve de transmission interhumaine après des tests approfondis sur les contacts possibles<sup>32</sup>.

L'Organisation mondiale de la Santé considère les virus de l'influenza aviaire H5Nx de la famille des *Orthomyxoviridae*, y compris le H5N1, comme des agents pathogènes prioritaires capables de causer une pandémie. Les virus de l'influenza aviaire sont classés comme hautement pathogènes (H5 et H7) ou faiblement pathogènes (IAFP) pour les volailles, et il est important de les surveiller. Le virus H5N1 pourrait rapidement muter et évoluer en une souche qui se propage plus facilement d'une personne à l'autre. Les virus de la grippe humaine saisonnière (par exemple, H1, H2 et H3) qui circulent chaque année pourraient se mélanger ou se réassortir avec le H5N1 et donner lieu à une forme grave de grippe humaine. En raison d'une faible immunité antérieure de la population, une telle souche de grippe pourrait avoir des conséquences dévastatrices, y compris causer des taux de mortalité élevés et un nombre d'hospitalisations accru.

## IV. CE QUE NOUS SAVONS SUR LE VIRUS H5N1

### Biologie du virus

Il existe deux types distincts de virus de l'influenza à l'origine des éclosions annuelles de grippe saisonnière chez l'humain, soit A et B<sup>37,38</sup>. Le virus H5N1 de la grippe aviaire est un virus de l'influenza A hautement pathogène. Les virus de l'influenza A sont ensuite classifiés en sous-types en fonction de deux glycoprotéines de surface, soit l'hémagglutinine (HA) et la neuraminidase (NA); il existe 16 sous-types d'HA et 9 sous-types de NA circulant chez les oiseaux<sup>39</sup>. Les sous-types sont nommés par une combinaison de numéros H et N, par exemple, A(H1N1), A(H3N2), et ainsi de suite<sup>40</sup>. Plusieurs sous-types d'influenza A ont déjà causé des épidémies chez l'humain - H1, H2, H3 et N1 et N2<sup>41</sup>. Les premières infections humaines à H5N1 connues ont été identifiées en 1997 (18 cas dont 6 mortels à Hong Kong)<sup>42</sup>. Les deux glycoprotéines de surface, HA et NA, jouent des rôles équilibrés et complémentaires dans le cycle de vie du virus de la grippe. L'HA et la NA se lient aux récepteurs des cellules hôtes contenant des résidus d'acide sialique. L'HA amorce l'entrée du virus dans la cellule hôte, alors que la NA aide le nouveau virus à quitter les cellules hôtes infectées par bourgeonnement, une fois qu'il s'est répliqué<sup>43</sup>.

Les caractéristiques du virus H5N1 et de l'animal hôte influencent la dynamique de l'infection par l'influenza aviaire. Le clade 2.3.4.4b du virus H5N1 qui circule actuellement dans le monde a entraîné des taux de mortalité élevés chez les oiseaux sauvages et les volailles<sup>44</sup>, car le virus se lie de préférence à d'abondants récepteurs d'acide sialique en liaison a2,3 présents dans les voies respiratoires et intestinales de la sauvagine et des volailles. Grâce à des mutations dans les sous-unités d'HA et de polymérase qui améliorent sa capacité à pénétrer dans les cellules hôtes et à se répliquer, le virus H5N1 actuellement en circulation a un large éventail d'hôtes, entraînant des infections inter-espèces chez les animaux sauvages et domestiques<sup>37</sup>. Il existe des preuves de la présence de récepteurs a2,3 dans les glandes mammaires des vaches laitières, ce qui pourrait expliquer l'infection et la répllication dans les glandes mammaires des bovins et l'éclosion sans précédent de la maladie chez les vaches laitières aux États-Unis<sup>45</sup>, laquelle est soupçonnée de se transmettre d'une vache à l'autre principalement par l'utilisation des mêmes dispositifs de traite.

L'un des principaux facteurs limitant la transmission à l'humain est la liaison aux récepteurs. Les HA des virus de la grippe humaine ont une forte préférence pour les récepteurs a2,6 présents sur les cellules humaines, tandis que les HA du virus de la grippe aviaire préfèrent les récepteurs a2,3 présents sur l'épithélium de la volaille<sup>39</sup>. Toutefois, ces récepteurs a2,3 de choix présents chez la volaille peuvent aussi se trouver dans les voies respiratoires inférieures et les yeux de l'humain, alors que les récepteurs a2,6 de l'humain sont plus abondants dans ses voies respiratoires supérieures<sup>46</sup>. Au moins une étude a montré que les tissus intestinaux humains expriment des récepteurs de l'acide sialique en liaison a2,3, soit le type de liaison que préfère le virus de la grippe aviaire<sup>47</sup>.

Le virus H5N1 est considéré parmi les virus de la grippe aviaire les plus pathogènes, avec des taux de mortalité élevés chez les oiseaux et les mammifères, y compris l'humain<sup>37</sup>. Le virus H5N1 pourrait s'adapter de façon à infecter plus facilement les personnes et se propager parmi les populations humaines grâce à des mutations, par exemple dans l'enzyme polymérase nécessaire à la répllication du virus ou dans l'HA afin qu'il puisse se lier plus facilement aux cellules humaines<sup>48</sup>. Les mutations évolutives dans l'HA et la NA peuvent également entraîner « une dérive et une cassure antigéniques » rendant les vaccins et les antiviraux moins efficaces<sup>49</sup>. Une étude récente dans le cadre de laquelle une analyse structurale en laboratoire et des essais de liaison ont été réalisés a soulevé des préoccupations après avoir montré qu'une seule mutation dans l'HA du sous-type H5 adapté aux bovins pouvait développer une affinité avec les récepteurs de type humain<sup>50</sup>. Chez les chats infectés par le virus H5N1, plusieurs organes ont été infectés, et une co-expression généralisée des récepteurs de l'acide sialique en liaison a2,6 et a2,3 a été constatée, ce qui porte à croire que les chats pourraient également servir de vecteurs propices au réassortiment<sup>51</sup>, à l'instar de ce qui a été observé chez les porcs<sup>52</sup>.

### Infection animale

Comme il est indiqué plus haut, la plupart des virus H5N1 qui sont en circulation à l'heure actuelle et décrits depuis 2020 appartiennent au clade 2.3.4.4b<sup>15</sup>. Depuis 2022, le virus H5N1 a été détecté chez plus de 200 mammifères, y compris des vaches laitières aux États-Unis<sup>16,26</sup>. Le virus H5N1 touche un nombre plus important et toujours croissant d'espèces de mammifères par rapport aux souches de H5N1 qui étaient en circulation avant 2020. Il s'est donc avéré capable d'entraîner un nombre considérable de décès (notamment plus de 20 000 otaries à crinière d'Amérique du Sud), ce qui suscite des inquiétudes pour les espèces en péril<sup>53</sup>. Le clade 2.3.4.4b du virus panzootique H5N1 actuel s'est étendu à de nouvelles régions géographiques et à de nouveaux continents, notamment en Amérique du Nord et du Sud, et a récemment été détecté chez de multiples espèces aviaires et deux espèces de phoques de la région antarctique<sup>54</sup>, ainsi que chez des phoques se trouvant près de Resolute Bay, au Nunavut<sup>55</sup>.

Il est probable qu'un contact étroit avec des oiseaux infectés et leur ingestion constituent la source d'infection la plus courante pour les mammifères, puisque l'infection par le virus H5N1 touche de manière disproportionnée les animaux charognards et carnivores<sup>53</sup>. Le virus H5N1 persiste dans les réservoirs aviaires, comme les espèces d'oiseaux aquatiques, qui le transmettent à d'autres oiseaux, volailles, porcs, animaux à fourrure et autres mammifères<sup>56</sup>. Des facteurs de stress liés aux changements dans les écosystèmes et à l'intensification des pratiques agricoles peuvent contribuer à la vulnérabilité d'un plus grand nombre d'animaux à la grippe aviaire. Parmi les symptômes signalés d'une infection par le virus H5N1 chez les mammifères, on compte un écoulement nasal, une forte fièvre, une détresse respiratoire, une hémorragie et des symptômes neurologiques<sup>37</sup>. L'infection par le virus H5N1 peut entraîner des effets neurologiques et/

ou respiratoires chez les mammifères, comme il a été observé notamment chez les tigres, les visons et les otaries, entre autres, ce qui laisse entendre une capacité du virus à envahir le tissu neural (neurotropisme) chez les mammifères, tout comme chez les oiseaux<sup>53</sup>. La transmission du virus H5N1 de mammifères à mammifères pourrait s'être produite, par exemple chez les otaries d'Amérique, les tigres et les visons d'élevage, et justifie des enquêtes plus poussées<sup>53</sup>. Une étude sur les furets a montré qu'une souche récente d'influenza aviaire H5N1 touchant des mammifères et une souche virale H5N1 détectée chez un ouvrier d'une ferme laitière infecté au Texas avaient une capacité de transmission par voie aérienne faible, mais accrue par rapport aux souches H5N1 plus anciennes<sup>57</sup>.

Fait important, la prévention contre une pandémie de grippe aviaire comprend la réduction de la propagation de l'infection au sein d'une espèce animale et entre les animaux et les personnes, ce qui nécessite la caractérisation du virus et une surveillance étroite et continue de la faune sauvage ainsi que des fermes commerciales<sup>58</sup>. En outre, puisque les mutations du virus H5N1 actuellement en circulation cadrent avec un risque accru d'infection humaine<sup>56</sup>, il convient de miser sur l'importance des mesures de biosûreté pour contenir la propagation du virus H5N1 et la nécessité d'évaluer les changements génétiques continus du virus<sup>58</sup>.

## Infection humaine

Même si l'éclosion actuelle de H5N1 est un événement panzootique touchant principalement les animaux, les cas humains sporadiques augmentent lentement depuis 2021<sup>26</sup>. Le contact avec des volailles malades est une source majeure d'infection humaine. Dans la récente éclosion de H5N1 aux États-Unis, un contact étroit avec des vaches laitières infectées a été associé à plus de la moitié des quelque 60 cas sporadiques chez les humains. Les cas humains signalés en 2024 ne montrent aucune preuve à ce jour d'une transmission interhumaine durable du virus H5N1<sup>5</sup>, mais une propagation interhumaine limitée ne peut être totalement exclue pour les cas où aucune source d'exposition n'a été identifiée.

Comme il est décrit ci-dessus, la distribution des récepteurs se trouvant dans les voies respiratoires supérieures et inférieures de l'humain peut contribuer à expliquer pourquoi l'humain n'est pas facilement infecté par le H5N1, les poumons n'étant pas aussi accessibles au virus aéroporté. Lorsque les souches d'influenza aviaire infectent les poumons humains, une détresse respiratoire aiguë et une pneumonie grave et rapidement évolutive peuvent survenir, avec des taux de létalité élevés<sup>41</sup>. Les récepteurs d'acide sialique en liaison  $\alpha$ -2,3, présents dans les voies respiratoires inférieures de l'humain,<sup>39,41,46</sup> sont également présents sur la conjonctive de l'œil<sup>50</sup>, ce qui explique probablement les

cas humains récents de H5N1 ayant une atteinte oculaire seulement. L'absence de récepteurs d'acide sialique en liaison  $\alpha$ -2,3 dans les voies respiratoires supérieures et les tissus entourant l'œil explique pourquoi ces infections ne se propagent pas au-delà de l'œil<sup>59</sup>, bien que les canaux lacrymaux soient contigus aux voies respiratoires.

Une réponse à un agent pathogène peut varier considérablement et est influencée par des caractéristiques variables du virus et de l'hôte (c'est-à-dire l'animal ou la personne infectée). La biologie et la pathogénicité du virus ainsi que le siège de l'infection, la voie et l'échelle d'exposition, la virulence et la transmissibilité influent sur la gravité de la maladie<sup>39</sup>. Les caractéristiques de l'hôte comprennent le degré d'exposition antérieure et des facteurs démographiques, comme l'âge, la maladie sous-jacente et l'obésité<sup>60</sup>. La compréhension de la réponse immunitaire et de la réceptivité à l'infection grippale et à la gravité de la maladie est complexe. La première infection par le virus de l'influenza ou « l'empreinte antigénique » influence les infections et vaccinations ultérieures ainsi que la « mémoire immunitaire »<sup>61</sup>. Les virus H1N1 et H5N1 partagent le même sous-type de neuraminidase, N1. Des éléments de preuves indiquent que les anticorps dirigés contre la neuraminidase H1N1 ont une réaction croisée avec les virus H5N1<sup>62</sup>. Une étude sérologique récente a révélé des titres élevés d'anticorps inhibiteurs de la neuraminidase dirigés contre le clade 2.3.4.4b dans 97 % des échantillons sérologiques prélevés en 2020, alors que de faibles titres ont été décelés avant l'exposition au H1N1 de 2009, ce qui porte à croire qu'il pourrait y avoir une certaine immunité protectrice existante chez les personnes ayant déjà été exposées au H1N1 ou vaccinées contre le H1N1, comme lors de l'éclosion de H1N1 en 2009<sup>63,42</sup>. Des données antérieures ont révélé que les enfants et les jeunes adultes peuvent être plus réceptifs que d'autres groupes d'âge à une infection grave par le virus H5N1<sup>64</sup>, probablement en raison de l'absence d'une exposition antérieure à la N1. Les évaluations épidémiologiques régionales en cours peuvent fournir des indications sur l'évaluation des risques et la réponse à mesure de l'évolution du virus H5N1 du clade 2.3.4.4b<sup>65</sup>.

## Contre-mesures médicales pour les personnes

Les virus de l'influenza, y compris le H5N1, changent continuellement et sont, on peut s'en douter, « imprévisibles ». Les mutations du virus H5N1 au fil du temps peuvent influencer sur la gravité de la maladie, la facilité avec laquelle le virus se propage chez les animaux et les humains et entre eux, ainsi que l'efficacité des contre-mesures médicales utilisées pour diagnostiquer et traiter l'infection, c'est-à-dire les vaccins, les traitements et les tests. Notre capacité à lutter contre l'influenza H5N1 est actuellement limitée.

## Vaccins

La nature en constante évolution des virus de l'influenza nécessite une reformulation fréquente des vaccins contre l'influenza<sup>49,66</sup>. En février 2024, trois virus vaccinaux candidats (VVC) contre le clade 2.3.4.4b du virus H5N1 étaient répertoriés par l'Organisation mondiale de la Santé<sup>67</sup>. Le Canada a conclu des ententes avec plusieurs fabricants de vaccins nationaux et internationaux et, en vertu de ces ententes, le processus de mise au point de vaccins contre l'influenza pandémique serait amorcé en réponse à une déclaration de pandémie de grippe par l'Organisation mondiale de la Santé<sup>68</sup>. Toutefois, il faudrait du temps pour adapter le vaccin à une souche pandémique virulente précise, et des capacités technologiques de production à grande échelle seraient nécessaires, ainsi avec des capacités logistiques en place pour les distribuer. Certains pays, comme les États-Unis, ont constitué des réserves VVC<sup>69</sup> en période pré-pandémique, car ceux-ci peuvent conférer une protection partielle. Différentes plateformes vaccinales méritent d'être étudiées, de même qu'une capacité de mise au point élargie, ainsi que des talents et des compétences à l'appui. Il existe une capacité limitée pour la mise au point de vaccins à base d'œufs contre la grippe aviaire sans entraver la mise au point de vaccins contre la grippe saisonnière, et peu de ces installations se trouvent au Canada. Il convient de noter qu'il y a une pénurie mondiale d'œufs<sup>70</sup>. D'autres plateformes, y compris celle des vaccins cellulaires, les vaccins recombinants et les vaccins à ARNm, sont prometteuses pour la mise au point de vaccins contre l'influenza aviaire<sup>42</sup>.

Santé Canada a autorisé l'utilisation de trois vaccins contre la grippe pandémique qui peuvent être mis à jour pour lutter contre de nouvelles souches : Arepanrix et Foclivia (mis au point à partir du virus H5N1) et Panenza (mis au point à partir du virus H1N1). En décembre 2024, un vaccin ciblant la nouvelle souche H5N1 était examiné<sup>71</sup>.

## Antiviraux

Quatre classes d'antiviraux ont été approuvées pour la grippe pandémique ou saisonnière. Il s'agit notamment des adamantanes (amantadine, rimantadine), des analogues nucléosidiques (favipiravir), des inhibiteurs de la neuraminidase (oseltamivir, zanamivir, peramivir, laninamivir) et des inhibiteurs sélectifs d'endonucléase dépendant de la coiffe (CAP) (baloxavir marboxil - BXM)<sup>38,56</sup>. Les adamantanes ne sont pas recommandés en monothérapie pour la grippe aviaire en raison de la résistance<sup>56,72</sup>. Au moins un cas de résistance du virus H5N1 à l'oseltamivir, connu sous le nom de Tamiflu, a été signalé; la résistance aux médicaments des isolats H5N1 provenant de patients traités à la neuraminidase doit être surveillée<sup>73</sup>. Il existe également des inhibiteurs à petites molécules qui ne ciblent pas la neuraminidase ou la protéine polymérase et qui sont approuvés dans certains pays; des études seraient nécessaires pour déterminer leur efficacité contre la grippe aviaire. Les anticorps monoclonaux (AcM) constituent une autre possibilité de traitement et un domaine de développement préclinique<sup>56</sup>. À l'heure actuelle, de nouveaux antiviraux contre la grippe sont mis aux points<sup>74</sup>.

Des antiviraux ont été approuvés au Canada pour le traitement de la grippe saisonnière, mais aucun antiviral n'a été approuvé par Santé Canada pour le traitement ou la prophylaxie de l'influenza aviaire H5. L'utilisation non indiquée de ces médicaments pour le traitement de l'influenza aviaire H5 est réglementée aux niveaux provincial et territorial. La recherche scientifique sur les antiviraux disponibles et à venir est importante pour la préparation et, comme il est indiqué ci-dessus, il subsiste des incertitudes quant à l'efficacité des traitements existants pour traiter l'infection par le virus H5N1<sup>42</sup>. Par exemple, des changements dans les virus de sous-type N1 pourraient réduire sa sensibilité à l'oseltamivir (Tamiflu), ce qui soulève des inquiétudes quant à l'émergence de variantes résistantes aux antiviraux et à la possibilité qu'une résistance similaire à d'autres antiviraux se développe.

## Tests

La détection rapide de l'influenza aviaire est essentielle à la connaissance globale de la situation afin d'éclairer la réponse, ainsi que pour amorcer un traitement approprié rapidement. Les antiviraux constituent un traitement important pour les personnes infectées ou exposées au virus H5N1, mais il est essentiel de réaliser rapidement des tests précis afin de pouvoir commencer à administrer des antiviraux le plus tôt possible; tout retard réduit l'efficacité. Un examen récent des techniques de détection du H5N1 a permis de décrire les technologies sérologiques, immunologiques, génétiques, de biologie moléculaire et des biocapteurs, avec des sensibilités et des spécificités variables<sup>75</sup>. S'il est vrai qu'il existe d'excellents tests de laboratoire permettant de détecter précisément le H5N1, notamment les épreuves ELISA et par RT-PCR, il n'existe pas de tests de dépistage rapides pouvant être utilisés sur place (dans les maisons, les fermes, sur le terrain, etc.).

Santé Canada n'a reçu aucune demande pour des tests de dépistage rapides de l'influenza aviaire. Les tests de dépistage de l'influenza actuellement homologués ne permettent pas de distinguer une infection par la grippe saisonnière d'une infection par une nouvelle souche d'influenza A.

## Contre-mesures médicales pour les animaux

Il n'existe pas de traitement pour le virus H5N1 chez les animaux et les vaches; ils se rétablissent généralement en deux semaines<sup>76</sup>. L'abattage massif des volailles infectées et les mesures de biosûreté sont les deux principales stratégies de contrôle pour prévenir et réduire la propagation du virus H5N1 chez les animaux<sup>77</sup>, chacune imposant un fardeau économique et exerçant un impact sur la santé mentale.

Bien que l'Organisation mondiale de la santé animale ait recommandé la vaccination dans le cadre d'une stratégie de lutte contre la grippe aviaire, la vaccination des animaux reste controversée<sup>78</sup>. En plus de la crainte d'une restriction au commerce international, on craint que la vaccination des animaux contre la grippe aviaire cache des infections subcliniques ou conduise à des

souches de virus de la grippe aviaire plus virulentes par recombinaison et réassortiment génétique avec les souches en circulation sur le terrain<sup>78</sup>. Toutefois, certains pays vaccinent les troupeaux de volailles contre la grippe aviaire, y compris la Chine, Hong Kong, l'Indonésie, le Mexique, le Vietnam et la France<sup>79</sup>. Une revue systématique récente a démontré une efficacité allant de 78 % à 97 % du vaccin chez les volailles pour les protéger contre la mortalité due à la grippe aviaire<sup>77</sup>. À l'instar des États-Unis, le Canada ne vaccine pas actuellement les élevages commerciaux de bétail et de volailles contre la grippe aviaire, mais il étudie à l'heure actuelle le recours à la vaccination comme outil supplémentaire. Par exemple, le Canada dispose d'un Groupe de travail sur la vaccination contre l'influenza aviaire hautement pathogène qui se penche sur la mise au point et la mise en œuvre de la vaccination contre la grippe aviaire au Canada. Deux vaccins candidats contre le virus H5N1 destinés aux vaches laitières font l'objet d'essais sur le terrain aux États-Unis<sup>80,81</sup>.

## V. APPROCHE « UNE SEULE SANTÉ »

L'évolution de la grippe aviaire et l'ampleur des préjudices qu'elle peut causer aux espèces animales et à l'humain sont influencées par les interactions au sein des animaux, des humains et des écosystèmes, et entre eux. Une vision à long terme pour limiter les effets de la grippe aviaire sur la santé animale, humaine et environnementale nécessite l'adoption d'une approche « Une seule santé » à l'appui du plan d'action conjoint quadripartite Une seule santé (2022-2026)<sup>82</sup>. Une seule santé est une approche intégrée et unificatrice qui vise à équilibrer et à optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes. *Elle reconnaît que la santé des êtres humains, des animaux domestiques et sauvages, des plantes et de l'environnement au sens large (y compris les écosystèmes) est étroitement liée et interdépendante.*

Les leçons tirées de la pandémie mondiale de COVID-19 illustrent la complexité des mesures requises pour promouvoir et protéger la santé humaine au cours d'une pandémie mondiale. L'ajout de la santé animale et environnementale rend la situation encore plus complexe, compte tenu de la propagation de l'infection en périphérie, des préjudices causés aux animaux, aux écosystèmes, à la biodiversité et aux espèces en péril, ainsi que des facteurs de stress environnementaux. Les principaux domaines de recherche et d'action se situent à l'intersection de la santé humaine, de la santé animale et de la santé environnementale; des exemples sont décrits dans le tableau 1.

Tableau 1 : Approche « Une seule santé » et virus de l'influenza A hautement pathogène

| Marge humain/<br>environnement                                                                     | Marge humain/animal                                                                                                | Marge animal/<br>environnement                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Activité humaine à l'origine de facteurs de stress environnementaux                                | Transmission du virus de la grippe aviaire au sein des populations animales sauvages et domestiques et entre elles | Facteurs de stress environnementaux influant sur l'évolution génomique du virus de la grippe aviaire chez l'animal    |
| Santé et bien-être des animaux sauvages                                                            | Transmission de l'animal à l'humain et de l'humain à l'animal                                                      | Impacts de l'infection par l'influenza aviaire sur les écosystèmes, la biodiversité et les espèces en péril           |
| La contamination de l'environnement comme réservoir de l'infection humaine par l'influenza aviaire | Contre-mesures médicales pour les personnes et les animaux                                                         | Contamination des animaux et de l'environnement en tant que réservoirs de l'infection animale par l'influenza aviaire |
| Échantillonnage des eaux usées                                                                     | Systèmes de santé résilients                                                                                       |                                                                                                                       |

Ce tableau composite nécessite des approches multidisciplinaires et multisectorielles accompagnées de systèmes intégrés, ainsi que des modèles de gouvernance efficaces pour la communication d'informations en temps opportun et l'adoption de mesures adaptatives et collaboratives. Une approche

efficace « Une seule santé » exige une coordination et une collaboration multisectorielles précoces et solides entre les secteurs de la santé publique et de la santé animale, ainsi que des responsabilités clairement définies<sup>27</sup>.

## VI. AMÉLIORATION DE L'ÉTAT DE PRÉPARATION GRÂCE À LA SCIENCE ET À LA RECHERCHE

Des preuves scientifiques sont nécessaires pour prendre des décisions efficaces afin de limiter la propagation, de prévenir ou de traiter la maladie et d'atténuer efficacement les répercussions économiques. Une approche intégrée « Une seule santé » nécessite d'harmoniser les activités de recherche afin de combler les lacunes en matière de détection rapide; de continuer à protéger le secteur agroalimentaire, ainsi que les écosystèmes et la faune; et de prévenir, traiter et prendre en charge les infections au virus de l'influenza aviaire chez les animaux et les personnes.

À l'heure actuelle, de nombreuses lacunes dans les connaissances doivent être comblées pour améliorer la prévention des éclosions d'influenza aviaire ainsi que les mesures d'intervention. Par exemple, il y a un manque de connaissances quant aux modes de transmission du virus H5N1 au sein des espèces et d'une espèce à l'autre. De même, les réservoirs animaux et environnementaux potentiels de l'infection demeurent incertains. Il reste également beaucoup à élucider en ce qui concerne la biologie fondamentale des virus et leur pathogénicité, c'est-à-dire la manière dont l'infection entraîne une maladie plus ou moins grave chez les

différentes espèces. En outre, il convient de mieux comprendre les caractéristiques de l'hôte qui modulent la réceptivité à l'infection et la gravité de la maladie, y compris l'immunité conférée par une infection antérieure ou une vaccination contre d'autres virus de l'influenza aviaire. D'autre part, la lutte contre l'infection et la gestion des éclosions nécessitent la mise au point d'interventions médicales et non médicales, y compris des tests rapides, des vaccins et des traitements efficaces, ainsi que des comportements protecteurs et des mesures de lutte contre l'infection fondés sur des données probantes.

Le tableau 2 ci-dessous donne un aperçu des principaux besoins en matière de connaissances ainsi que des lacunes scientifiques et dans les données pour chacun d'entre eux, qu'il convient de prioriser afin d'améliorer l'état de préparation et les mesures d'intervention face aux éclosions et aux épidémies de grippe aviaire. Dans le contexte actuel, il faut mettre l'accent sur le virus H5N1. Somme toute, une approche similaire peut être adoptée pour prendre en charge d'autres virus et souches de virus de l'influenza aviaire au fil du temps.



**Tableau 2 : Principaux besoins en matière de connaissances et lacunes prioritaires\***

\* La souche H5N1 est la priorité actuelle, mais le sous-type H7 ainsi que d'autres sous-types et souches émergents sont également pris en compte.

| Principaux besoins en matière de connaissances | Lacunes prioritaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Voies de transmission                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode(s) de transmission prédominant(s) et contribution relative de la transmission intraespèce et interespèces chez les animaux, par exemple, contact étroit avec un hôte infecté, environnements contaminés, viande de charogne, transmission par l'air ou par l'eau, contact avec des surfaces contaminées ou des liquides corporels, réservoirs, etc., et quelles espèces animales nécessitent une surveillance plus étroite.</li> <li>• Demi-vie du virus sur les surfaces et les échantillons biologiques, dans l'air, etc., dont l'importance dépend du mode de transmission considéré.</li> </ul> |
| 2. Biologie et pathogénicité du virus          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évolution de la biologie et de la génomique du virus H5N1, pressions de sélection</li> <li>• Viabilité et pathogénicité des possibles souches réassorties (par exemple, mélange de souches de la grippe saisonnière avec des souches de grippe aviaire formant une nouvelle souche humaine).</li> <li>• Interactions hôte-agent pathogène pouvant déterminer la réceptivité et la pathogénicité au-delà de l'analyse fondée sur la séquence</li> <li>• Comment le virus cause la maladie - dose infectieuse, facteurs permissifs, évolution virale</li> </ul>                                            |
| 3. Détection rapide                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tests PCR/moléculaires précis et rapidement accessibles pour le diagnostic et la surveillance</li> <li>• Tests de dépistage rapides, abordables et très sensibles utilisables au point de service et pouvant être déployés dans la communauté</li> <li>• Surveillance sur le terrain et en laboratoire pour la collecte de données sur la connaissance de la situation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. Caractérisation de l'hôte                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Étendue de l'infection et ampleur de l'impact sur les animaux sauvages, y compris les animaux chassés pour la nourriture, par exemple au moyen de tests de réceptivité de l'hôte</li> <li>• Caractéristiques de l'hôte qui augmentent sa réceptivité à l'infection par le virus de la grippe aviaire.</li> <li>• Tests de réceptivité de l'hôte</li> <li>• Comment le virus pénètre dans l'hôte, localisation des récepteurs chez l'animal et chez l'humain et distribution dans les tissus</li> <li>• Tableau clinique et pronostic</li> </ul>                                                          |
| 5. Immunité et immunologie                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Immunité préexistante résultant d'une exposition antérieure à d'autres virus grippaux, y compris le virus H1N1 en cause dans l'éclosion de 2009 et le virus de la grippe saisonnière, en particulier le sous-type N-1</li> <li>• Comprendre la réponse immunitaire et l'immunopathologie des souches évolutives et réassorties</li> <li>• Tests de dosage des anticorps anti-H5N1</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| 6. Prévention et contrôle des infections       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventions préventives et innovantes et mesures de biosûreté dans les lieux d'élevage et de transport des animaux afin de réduire l'exposition aux virus, par exemple, ventilation, filtration, stérilisation et équipement de protection individuelle</li> <li>• Méthodes d'abattage sans cruauté</li> <li>• Stratégies de vaccination</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Outils et contre-mesures médicales                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche et mise au point de vaccins efficaces et ciblés pour les animaux et humains</li> <li>• Traitements, antiviraux, diagnostics et vaccins pour les animaux et les humains</li> <li>• Systèmes et plateformes intégrés pour une surveillance élargie en vue d'une détection précoce</li> <li>• Fabrication à l'échelle pour un accès transversal aux contre-mesures médicales.</li> </ul> |
| 8. Communication sociocomportementale et communication des risques | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comportement protecteur efficace et pratiques de biosûreté dans les environnements physiques</li> <li>• Une communication sur les risques et des approches ciblées et efficaces pour réduire les infections et protéger les moyens de subsistance.</li> </ul>                                                                                                                                   |

## VII. FEUILLE DE ROUTE ET PLAN D'ACTION SCIENTIFIQUES POUR LA GESTION DE LA GRIPPE AVIAIRE

La Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire (la Feuille de route) sert de guide en faveur d'une approche intégrée et multidisciplinaire en matière de recherche et de développement sur la grippe aviaire au Canada. Une approche « Une seule santé » est recommandée. La Feuille de route et les mesures prioritaires associées doivent régulièrement être réexaminées à mesure que la situation évolue, en particulier en cas de transmission interhumaine durable du virus H5N1.

La Feuille de route est constituée de trois objectifs horizontaux transversaux, de cinq principes et de quatre objectifs de la voie, ainsi que de mesures scientifiques prioritaires. Elle nécessite une collaboration et une coordination intersectorielles, y compris aux niveaux national et international.

### OBJECTIFS TRANSVERSAUX

1. Détection rapide du virus de la grippe aviaire pour assurer une évaluation efficace des risques et une intervention en temps opportun
2. Protection de la sécurité agroalimentaire, des écosystèmes et de la santé des espèces sauvages
3. Prévention, traitement et gestion de l'infection par le virus H5N1 et de la maladie chez les animaux et les personnes

### PRINCIPES

1. Processus décisionnel fondé sur des données probantes
2. Science, recherche et données ouvertes et sécurisées
3. Confiance, excellence et équité
4. Réduction des préjudices causés à la société
5. Mobilisation et collaboration respectueuses avec les communautés à risque

### BUTS ASSOCIÉS À LA VOIE

La Feuille de route s'articule autour de trois objectifs de la voie pour atteindre les résultats visés, chacun étant associé à des mesures scientifiques prioritaires qui sont, à l'heure actuelle, à divers stades du processus d'élaboration :

1. Surveillance de la propagation du virus de la grippe aviaire, et compréhension du virus et des menaces qu'il pose
2. Atténuation des effets du virus de la grippe aviaire sur l'environnement, les animaux et les humains
3. Amélioration de la prévention, de l'état de préparation et de l'intervention en cas de pandémie de grippe aviaire

Pour assurer sa réussite, la Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire doit être accompagnée de mesures de la quatrième voie, « Renforcer les plateformes et les systèmes de soutien », et de mécanismes de financement stables qui permettent des approches intégrées et des collaborations.

**Tableau 3 : En bref - Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire**

| <b>Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p align="center"><b>Objectifs transversaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Détection rapide du virus de la grippe aviaire pour assurer une intervention et une évaluation des risques en temps opportun</li> <li>• Protection continue du secteur agroalimentaire, de la faune et des écosystèmes</li> <li>• Prévention, traitement et prise en charge de la grippe aviaire chez les animaux et les personnes</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Buts associés à la voie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Mesures scientifiques prioritaires recommandées</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p><i>Voie n° 1</i><br/> <b>Surveiller la propagation du virus de la grippe aviaire, et comprendre le virus et les menaces qu'il pose</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Données et connaissance de la situation</li> <li>2. Évaluation des risques</li> <li>3. Pathogénicité et biologie du virus</li> <li>4. Modes de transmission</li> </ol>                                                                                                                                                                    |
| <p><i>Voie n° 2</i><br/> <b>Atténuer les effets du virus de la grippe aviaire sur l'environnement, les animaux et les humains</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Renforcer la détection et la surveillance du virus</li> <li>6. Limiter la propagation du virus chez les animaux</li> <li>7. Réduire la propagation du virus à l'humain et les taux d'infection connexes</li> </ol>                                                                                                                        |
| <p><i>Voie n° 3</i><br/> <b>Améliorer la prévention, l'état de préparation et l'intervention en cas de pandémie de grippe aviaire</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Déployer des contre-mesures médicales efficaces pour les personnes et les animaux</li> <li>9. Adopter des stratégies de prévention et de préparation</li> <li>10. Protéger les populations vulnérables et promouvoir la santé et la sécurité au travail</li> <li>11. Réduire le plus possible les répercussions sur la société</li> </ol> |
| <p><i>Voie n° 4</i><br/> <b>Renforcer les plateformes et les systèmes de soutien</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Systèmes de contrôle, laboratoires et capacités de dépistage efficaces</li> <li>13. Partenariats, réseaux et modèles de gouvernance intégrés dans le cadre de l'approche « Une seule santé » qui tirent parti des capacités actuelles</li> <li>14. Plateformes scientifiques et de données ouvertes et sécurisées</li> </ol>             |

# MESURES ET SOUS-MESURES SCIENTIFIQUES PRIORITAIRES RECOMMANDÉES POUR LA GRIPPE AVIAIRE, SELON LA VOIE :

## VOIE N° 1 SURVEILLER LA PROPAGATION DU VIRUS DE LA GRIPPE AVIAIRE, ET COMPRENDRE LE VIRUS ET LES MENACES QU'IL POSE

### 1. Données et connaissance de la situation

- 1.1. Suivre l'évolution des virus de la grippe aviaire chez les oiseaux et les mammifères non humains afin de détecter les mutations susceptibles d'influer sur la gravité de la maladie d'une espèce à l'autre, y compris par une capacité accrue de collecte de données observationnelles et expérimentales.
- 1.2. Améliorer la collecte de données sur les animaux actuellement touchés au Canada, en particulier les oiseaux migrateurs prioritaires, les animaux réceptifs et les espèces en péril, y compris l'échantillonnage chez des animaux vivants et les données sérologiques.
- 1.3. Améliorer la gamme de tests diagnostiques de l'influenza aviaire et de ses sous-types pour un large éventail de situations, d'environnements et d'espèces. Il s'agit notamment de tests de dépistage rapides utilisables au point de service pour les animaux et les humains.
- 1.4. Déterminer l'efficacité de différentes méthodes d'échantillonnage pour diverses espèces et divers environnements, comme les échantillons sanguins pour les tests sérologiques ou le prélèvement de liquide fécal, de tissus vivants et de tissus sur des carcasses, entre autres.
- 1.5. Renforcer les capacités de laboratoire et d'analyse, notamment pour l'analyse des eaux usées et le séquençage du matériel génétique des organismes analysés.

### 2. Évaluation des risques

- 2.1. Veiller de manière proactive à ce que les données épidémiologiques, cliniques, démographiques et génomiques soient accessibles au grand public en temps réel et à long terme afin de favoriser la confiance et de soutenir la recherche et les décisions fondées sur des données probantes.
- 2.2. Tester l'utilisation de technologies spatiales et d'intelligence artificielle pour renforcer les systèmes d'alerte précoce.
- 2.3. Mener des recherches sur les souches virales de l'influenza aviaire afin d'estimer les risques quant à leur émergence et leurs répercussions, en appliquant l'outil IRAT (Influenza Risk Assessment Tool) et l'outil TIPRA (Tool for Influenza Pandemic Risk Assessment) pour étudier les propriétés virales, les attributs de la population humaine et l'épidémiologie chez les hôtes animaux<sup>83,84,85</sup>.

- 2.4. Analyser des données et modéliser des scénarios quant à la probabilité que surviennent des éclosions à grande échelle de grippe aviaire chez les animaux et les humains et à l'efficacité des mesures de prévention et d'atténuation, tout en communiquant les évaluations des risques publiquement et directement aux professionnels et aux communautés à haut risque.

### 3. Pathogénicité et biologie du virus

- 3.1. Élucider la biologie du virus de l'influenza aviaire et les interactions hôte-agent pathogène, y compris l'évolution virale, les facteurs influant sur l'infectivité, la reproduction et l'aptitude biologique du virus, ainsi que la relation entre la charge virale et la présentation de la maladie.
  - 3.1.1. Perfectionner les modèles de transmission et expérimentaux *in vitro* et *in vivo* de la maladie.
  - 3.1.2. Appliquer la biologie computationnelle et l'épidémiologie génomique pour comprendre comment les variantes génétiques influent sur la maladie.
- 3.2. Identifier les principales caractéristiques de l'hôte et les interactions virales qui déterminent la susceptibilité des espèces face au virus en évolution. Il s'agit notamment d'évaluer l'affinité des récepteurs des cellules hôtes.
- 3.3. Améliorer la compréhension des caractéristiques biologiques des virus de l'influenza aviaire et de la présentation de l'infection par ces virus, en particulier le clade H5N1 2.3.4.4b, chez l'humain et d'autres espèces, ainsi que l'impact de l'infection sur les organes et les systèmes biologiques.

### 4. Modes de transmission

- 4.1. Étudier les voies de transmission de l'influenza aviaire au sein des espèces et d'une espèce à l'autre; y compris les oiseaux domestiques et sauvages, les mammifères (y compris les mammifères marins), les ruminants domestiques et sauvages, les porcs, les animaux de compagnie et les humains (en particulier entre les oiseaux sauvages et les animaux d'élevage).
- 4.2. Étudier la capacité du virus de l'influenza aviaire à survivre et à se transmettre sur les surfaces, dans l'eau, dans l'air et dans les liquides et systèmes biologiques, y compris la salive humaine et les liquides gastro-intestinaux.
- 4.3. Maintenir la salubrité des aliments

- 4.3.1. Étudier les risques et les effets potentiels de l'influenza aviaire sur la chasse et les aliments traditionnels, en collaboration avec les partenaires autochtones.
- 4.3.2. Étudier l'infectivité possible de certains produits agroalimentaires, comme les fromages au lait cru.
- 4.3.3. Évaluer les risques potentiels de l'influenza aviaire liés à l'alimentation des animaux avec des produits et sous-produits animaux, comme les déchets alimentaires, y compris pour les animaux de compagnie (par exemple, nourriture crue pour animaux de compagnie, nourriture pour poissons).
- 4.3.4. Évaluer l'efficacité des agents nettoyants de qualité alimentaire sur l'inactivation du virus de l'influenza aviaire et la survie du virus sur les surfaces en contact avec les aliments.

- 5.3.3. Évaluer l'exposition antérieure de la faune sauvage au virus H5N1 et à d'autres virus de l'influenza au moyen de tests sérologiques et améliorer la compréhension de l'immunité préexistante.
- 5.3.4. Concevoir des méthodes de surveillance efficaces et modulables afin d'optimiser la détection et la caractérisation des virus de l'influenza aviaire chez les oiseaux sauvages au fil des saisons et dans toutes les voies de migration d'Amérique du Nord, et donner des conseils à ce sujet.
- 5.3.5. Améliorer les possibilités de recherche et d'échantillonnage de l'influenza aviaire lorsqu'elles se présentent chez des animaux morts ou récoltés, y compris les mammifères marins<sup>86</sup>.
- 5.3.6. Renforcer la surveillance des oiseaux et des mammifères sauvages afin de déterminer l'exposition potentielle à l'influenza aviaire des espèces sauvages dans les parcs nationaux, les aires marines nationales de conservation et les sites historiques nationaux au Canada.

## VOIE N° 2 ATTÉNUER LES EFFETS DU VIRUS DE LA GRIPPE AVIAIRE SUR L'ENVIRONNEMENT, LES ANIMAUX ET LES HUMAINS

### 5. Renforcer la détection et la surveillance du virus

- 5.1. Étendre la surveillance des eaux usées par la mise en œuvre d'un système d'alerte précoce en cas d'augmentation des cas d'infection par l'influenza aviaire dans les environnements et les communautés vulnérables du Canada, y compris dans les zones rurales et éloignées.
- 5.2. Développer un système de surveillance ciblée des espèces relais potentielles, en l'adaptant pour y inclure d'autres espèces à mesure que de nouveaux éléments de preuve sont présentés (animaux vivants, récoltés, malades et morts).
- 5.2.1. Identifier et caractériser l'éventail d'hôtes des principaux oiseaux sauvages et autres animaux qui sont des espèces relais potentielles pouvant agir comme vecteurs d'infection, y compris les animaux chassés pour la nourriture.
- 5.2.2. Effectuer le séquençage du génome entier du plus grand nombre possible d'isolats du virus afin d'étudier les grappes d'infection localisées et les espèces d'oiseaux sauvages particulières qui pourraient jouer un rôle important dans la circulation de la maladie.
- 5.3. Suivre les tendances à long terme de la dynamique de la grippe aviaire.
- 5.3.1. Intensifier les approches coordonnées et le couplage des données nécessaires pour déterminer la propagation, les changements dans la distribution du virus et les marqueurs de l'évolution virale en reliant les données aux informations sur les cas, aux études génomiques et aux études de transmission.
- 5.3.2. Soutenir les études phylogénétiques afin d'évaluer l'évolution des virus dans les espèces hôtes.

### 6. Limiter la propagation du virus chez les animaux

- 6.1. Évaluer les facteurs qui contribuent à la contamination de l'environnement, ainsi qu'à la persistance et à la transmissibilité du virus de l'influenza aviaire. Il s'agit notamment de la transmission virale au sein et parmi des espèces d'oiseaux et d'animaux sauvages et domestiques, ainsi que de la propagation continue au sein des populations animales infectées et au-delà (par exemple, de l'oiseau à la vache et, par la suite, de la vache à une autre vache, etc.).
- 6.1.1. Élaborer des modèles expérimentaux in vitro et in vivo pour des hôtes connus et potentiels.
- 6.1.2. Étudier l'eau en tant que réservoir potentiel susceptible de préserver le virus.
- 6.1.3. Examiner les effets de l'activité humaine, comme la déforestation et d'autres facteurs de stress environnementaux, sur la réceptivité accrue à l'influenza aviaire chez les espèces fauniques.
- 6.2. Évaluer les méthodes de surveillance et d'élimination des carcasses d'animaux afin de contenir efficacement la propagation.
- 6.3. Concevoir, évaluer et promouvoir des approches et des outils novateurs en matière de biosûreté, ainsi que de prévention et de contrôle des infections, en tenant compte du contexte différent des exploitations agricoles et des activités humaines qui s'y déroulent.
- 6.4. Mettre au point des tests/essais pour faciliter la différenciation des animaux infectés et vaccinés.

## 7. Réduire la propagation du virus à l'humain et les taux d'infection connexes

- 7.1. Réduire au minimum la transmission de la maladie infectieuse à l'interface animal-humain dans les exploitations agricoles et entre celles-ci, notamment par la surveillance des volailles et des bovins, ainsi que des porcs, qui sont des vecteurs propices au réassortiment du virus et capables de générer des souches d'influenza pandémique.
- 7.1.1. Évaluer l'efficacité des EPI et des pratiques de décontamination dans différents contextes, à mesure que les données probantes sur les modes prédominants de transmission de l'influenza aviaire évoluent.
- 7.1.2. Formuler des recommandations fondées sur les données probantes afin d'améliorer les comportements de protection, comme le port d'un équipement de protection individuelle approprié et les mesures d'isolement en cas d'infection, entre autres.
- 7.1.3. Élaborer et communiquer le plan de prévention et de contrôle des infections par l'influenza aviaire, ainsi que les pratiques exemplaires en matière de biosécurité animale au sein des élevages, de manière ciblée et en tenant compte du contexte.
- 7.2. Améliorer la compréhension de l'infection et de la maladie humaines associées aux virus de l'influenza aviaire, notamment la présentation clinique, la réceptivité et la physiopathologie. Cela comprend les caractéristiques virologiques, immunologiques, génomiques et épidémiologiques.
- 7.2.1. Analyser le potentiel d'immunité acquise lors d'une exposition antérieure au virus de l'influenza (par exemple, H1N1 2009) pour offrir une protection contre l'infection humaine induite par le virus de l'influenza aviaire.
- 7.2.2. Effectuer un dosage des anticorps (sérologie) dans les populations humaines potentiellement exposées à des animaux infectés par le virus de l'influenza aviaire. Il s'agit notamment de l'exposition à des animaux sauvages, domestiques et d'élevage infectés, tels que les oiseaux migrateurs infectés par l'influenza aviaire, en particulier les oies et les canards (chasseurs de gibier d'eau, chasseurs autochtones, chercheurs), et les personnes les plus à risque, comme les vétérinaires et les travailleurs agricoles, en particulier les personnes travaillant dans les salles de traite des vaches.
- 7.3. Engager un dialogue ouvert avec les populations à plus haut risque afin d'éclairer l'évaluation des besoins en matière de recherche, de prévention et d'intervention. Il s'agit notamment des producteurs, des travailleurs du secteur animal et de la faune; des travailleurs du secteur agricole; des travailleurs de l'industrie de la fourrure; des chasseurs et des trappeurs; et des communautés autochtones qui dépendent des aliments traditionnels, entre autres.

- 7.4. Mener des études sur les sciences du comportement afin d'éclairer la communication sur les risques et les approches de prévention médicales et non médicales.

## VOIE N° 3 AMÉLIORER LA PRÉVENTION, L'ÉTAT DE PRÉPARATION ET L'INTERVENTION EN CAS DE PANDÉMIE DE GRIPPE AVIAIRE

### 8. Déployer des contre-mesures médicales efficaces pour les personnes et les animaux (tests, vaccins et traitements).

- 8.1. Élaborer d'urgence un plan d'action de recherche et de développement de contre-mesures médicales contre le virus H5N1, en tenant compte des dernières données scientifiques sur l'efficacité des traitements et des vaccins disponibles contre le clade actuel, ainsi que de l'absence de tests de diagnostic rapide.
- 8.1.1. Aligner la recherche et le développement de contre-mesures médicales sur les diagnostics, les traitements et les vaccins contre le virus H5N1, conformément aux objectifs de la Mission des 100 jours<sup>87</sup>.
- 8.1.2. Soutenir la recherche sur la mise au point de traitements et de vaccins universels contre la grippe pour les animaux et les humains.
- 8.2. Utiliser des plateformes et des technologies innovantes, telles que l'intelligence artificielle, pour accélérer la mise au point de contre-mesures médicales, par exemple en cartographiant l'évolution des virus, l'augmentation de l'inféctivité ou la pathologie et la capacité à échapper à l'immunité acquise.
- 8.3. Mettre au point des tests sérologiques fonctionnels pour les humains et les animaux qui peuvent être utilisés rapidement pour détecter une exposition à de nouveaux sous-types de virus de l'influenza aviaire qui ne sont peut-être pas encore bien caractérisés.
- 8.4. Mettre au point des prototypes de virus vaccinaux candidats (VVC) à l'aide de diverses technologies qui peuvent être déployées à grande échelle par les fabricants pour mettre au point un vaccin efficace contre l'influenza H5N1.
- 8.5. Évaluer la faisabilité et l'efficacité de la vaccination des animaux ainsi que les critères ou principes directeurs pour la vaccination des espèces animales prioritaires.
- 8.6. Élargir les connaissances sur la mise au point de vaccins contre l'influenza aviaire au Canada et sur la manière dont le système immunitaire réagit aux vaccins chez les volailles, les bovins, les porcs, les chèvres et les animaux de compagnie réceptifs, tels que les chiens et les chats.

## **9. Adopter des stratégies de prévention et de préparation**

- 9.1. Cartographier et évaluer les capacités actuelles d'intervention en cas d'urgence liée à l'influenza aviaire au Canada
- 9.2. Associer les besoins de la réserve liés à l'influenza aviaire aux besoins essentiels en matière de recherche, y compris pour les diagnostics, les vaccins et les traitements de l'influenza aviaire, en s'appuyant sur la Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie du gouvernement du Canada (SBSV).
- 9.3. Mettre au point, valider et mettre en réserve des réactifs pour mener des recherches hautement prioritaires sur l'influenza.
- 9.4. Identifier et lever les obstacles réglementaires et procéduraux à une réponse rapide et précoce pour lutter contre l'influenza aviaire.
- 9.4.1. Rationaliser les processus d'évaluation de la réglementation, des essais cliniques et de l'éthique de la recherche au sein des provinces et territoires et entre eux dans le cadre des mesures de préparation à la pandémie afin de protéger la santé publique et animale tout au long de la vie.
- 9.4.2. Veiller à ce que des protocoles d'entente de communication des données et de transfert de matériel soient mis en place en cas d'urgence.

## **10. Protéger les populations vulnérables et promouvoir la santé et la sécurité au travail**

- 10.1. Mettre en place des études de surveillance dans les environnements à risque, y compris concernant l'exposition professionnelle, idéalement par le biais d'études de cohortes longitudinales. Il sera ainsi possible de mieux comprendre les voies d'exposition et les moyens de limiter la propagation chez l'humain.
- 10.2. Donner la priorité à la vaccination des personnes à risque et actualiser les directives à mesure que de nouvelles données sont obtenues, notamment en ce qui concerne l'efficacité des vaccins contre des clades viraux précis.
- 10.3. Renforcer les pratiques de travail sûres et sécurisées, y compris les stratégies de prévention et de contrôle des infections fondées sur les modes de transmission prévalents.
- 10.4. Élaborer des mesures fondées sur des données probantes pour protéger la santé des personnes à risque et limiter la transmission continue. Ces mesures englobent des activités comme l'élimination des carcasses d'animaux infectés.

- 10.5. Établir de manière proactive des mécanismes scientifiques de mise en œuvre pour intégrer la recherche et les soins à mesure que la situation évolue, pour ainsi s'assurer que les effets aigus et chroniques sur la santé découlant de l'infection par l'influenza aviaire sont facilement décelés, étudiés et traités de manière efficace.

- 10.6. Élaborer et mettre en œuvre des approches fondées sur des données probantes pour faire face aux problèmes de santé mentale pouvant survenir chez les personnes prenant part à l'abattage des animaux, notamment les vétérinaires, les agriculteurs et leurs familles, entre autres.

## **11. Réduire le plus possible les répercussions sur la société**

- 11.1. Réaliser et tirer parti des études en sciences comportementales pour communiquer efficacement avec les personnes et les communautés à risque afin de leur donner les moyens de faire des choix fondés sur des données probantes quant au comportement à adopter et aux mesures de protection contre la grippe aviaire, notamment en ce qui concerne les options alimentaires, sanitaires et économiques.
- 11.2. Promouvoir les connaissances scientifiques, puis atténuer et traiter de manière proactive les menaces que pose la désinformation, en mettant en lumière les actions scientifiques qui réduisent l'impact sanitaire et économique des maladies évitables par la vaccination entre et pendant les pandémies.
- 11.3. Renforcer la résilience des systèmes de santé en cas d'augmentation rapide du nombre de cas de grippe aviaire chez l'humain. Cela comprend la sensibilisation, les ressources humaines et les infrastructures de dépistage, de vaccination et de traitement.
- 11.4. Déterminer les impacts socio-économiques à court et à long terme et y faire face.
- 11.4.1. Étudier l'impact des leviers politiques, comme les mesures fiscales ou les programmes de compensation, entre autres, sur la disponibilité des données d'essai pour la planification de scénarios, l'évaluation des risques et la prise de décision, en tenant compte de facteurs socio-économiques.
- 11.4.2. Dans le cadre de l'approche scientifique, identifier les communautés vulnérables aux répercussions du virus H5N1 et nouer un dialogue constructif avec elles (y compris dans différentes langues), en prenant des mesures pour comprendre les points de vue locaux et éviter d'aggraver les inégalités existantes.

## VOIE N° 4 RENFORCER LES PLATEFORMES ET LES SYSTÈMES DE SOUTIEN

### 12. Améliorer l'efficacité des systèmes de contrôle, des laboratoires et des capacités de dépistage

pour la préparation de la capacité de pointe et des réseaux de surveillance de la grippe aviaire. Il s'agit notamment d'évaluer la capacité actuelle de recherche sur la grippe aviaire dans des milieux de confinement au Canada et les moyens de rationaliser les processus connexes lors d'une réponse à une pandémie, tout en préservant la sécurité de la recherche.

### 13. Établir des partenariats, réseaux et modèles de gouvernance intégrés dans le cadre de l'approche « Une seule santé » qui tirent parti des capacités actuelles.

Il s'agit notamment de réunir le milieu universitaire et les secteurs privé et public, conformément aux recommandations du rapport de la conseillère scientifique en chef du Canada intitulé *Renforcer l'utilisation de la science pour la gestion des urgences au Canada*<sup>88</sup> et du *Rapport du groupe d'experts pour l'examen de l'approche fédérale en matière d'avis scientifiques et de coordination de la recherche sur la pandémie*<sup>89</sup>.

13.1. Élaborer un cadre scientifique et de recherche pour la préparation à la pandémie au Canada en application d'une stratégie plus vaste de planification de la préparation en cas de pandémie reposant sur le modèle de ce cadre pour la grippe aviaire.

13.2. Favoriser des modèles de collaboration, des réseaux et des partenariats pour lutter contre la grippe aviaire avec d'autres pays, comme les États-Unis dans le cadre du Plan nord-américain contre l'influenza animale et la pandémie d'influenza<sup>90</sup>, ainsi qu'avec les bailleurs de fonds et les organismes de réglementation internationaux.

### 14. Maintenir les plateformes scientifiques et de données ouvertes et sécurisées

Cela inclut des pratiques de partage de données ouvertes et d'échantillons au sein de réseaux et de systèmes collaboratifs, et le maintien de l'éthique de la recherche, de la sûreté et de la sécurité de la recherche.

14.1. Veiller à ce que les séquences génomiques et les métadonnées complètes sur le séquençage et l'assemblage soient rapidement transmises et enregistrées dans des bases de données publiques afin de soutenir l'analyse phylogénétique et d'autres recherches sur la grippe aviaire.

14.2. Veiller en priorité à ce que des accords et des protocoles de partage de données et d'échantillons soient mis en place de manière proactive avec des chercheurs et des organisations ayant une attestation de sécurité afin de faciliter la recherche et le développement de contre-mesures médicales, de soutenir les biobanques et les réseaux de biobanques robustes, le cas échéant.

14.3. Développer des plateformes de modélisation dynamique et assurer la disponibilité de données en temps utile pour orienter les politiques, en tenant compte de la santé et de la sécurité alimentaire, ainsi que des besoins socio-économiques.

## VIII. COMMENT UTILISER LA FEUILLE DE ROUTE

La Feuille de route doit servir de guide en faveur d'une action scientifique concertée contre la grippe aviaire afin d'optimiser la santé et le bien-être indissociables des humains, des animaux et de l'environnement. Elle aborde les quatre éléments essentiels qui forment la base des objectifs quant aux mesures de préparation et d'intervention efficaces en cas d'urgence, à savoir les données; les connaissances fondamentales sur les interactions entre le virus et l'hôte; les outils et produits pour la mise au point de contre-mesures médicales; et les méthodes et plateformes y compris celles favorisant une communication efficace.

Compte tenu du nombre important et croissant d'oiseaux et de mammifères infectés par le virus H5N1 et de l'augmentation constante du nombre de cas d'infection humaine par le H5N1 dans le monde, il est urgent de combler les nombreuses lacunes qui subsistent dans les connaissances. Les efforts actuels et futurs particuliers peuvent être « cartographiés » par les partenaires par rapport au cadre afin d'amplifier les synergies en matière de recherche, de combler les lacunes persistantes et de rationaliser les efforts collectifs. Les partenaires sont les ministères et organismes fédéraux canadiens, les gouvernements provinciaux, territoriaux et internationaux, ainsi que le milieu universitaire, les organismes à but non lucratif (par exemple, le Réseau canadien pour la santé de la faune) et le secteur privé, y compris la collectivité agricole.

## IX. CONCLUSION

Le virus de l'influenza est notoirement difficile à prévoir en raison de sa capacité à muter, mais la propagation panzootique sans précédent du virus H5N1 renforce la nécessité de se préparer et de réagir<sup>91,92</sup>.

La mise en œuvre de la *Feuille de route et plan d'action scientifiques pour la gestion de la grippe aviaire* permettra d'améliorer la détection du virus de la grippe aviaire pour assurer une évaluation des risques et une réponse rapide, de protéger le secteur agroalimentaire et d'améliorer la prévention, le traitement et la gestion de l'infection par le virus de l'influenza aviaire et de la maladie chez les animaux et les humains au Canada.

Comme il s'agit d'un virus en évolution et que le nouveau clade H5N1 circule depuis relativement peu de temps, il est essentiel, pour une prévention et une gestion efficaces de la grippe aviaire, de disposer d'une base de connaissances fondamentales élargie sur la biologie du virus et sur la manière dont il interagit avec ses hôtes. Il est urgent d'améliorer la compréhension des voies de transmission prédominantes, y compris par le biais d'espèces relais capables de contribuer à l'apparition d'éclosions répandues chez les animaux et les humains. L'endiguement précoce permet d'atténuer les conséquences. Nous devons également déployer des efforts ciblés pour étudier l'étendue et le rôle de l'immunité antérieure contre la grippe aviaire chez l'humain et l'animal afin de comprendre la gravité d'une potentielle éclosion.

Des protocoles et des méthodes de partage de données et d'échantillons doivent être mis en place dès maintenant. La mise au point initiale de tests sérologiques fonctionnels permettant de détecter une exposition à des virus mal caractérisés devrait être une priorité immédiate. Avec l'apparition d'une éclosion à grande échelle aux États-Unis et dans certains élevages de volailles au Canada, les mesures de biosûreté à la ferme au Canada doivent être renforcées afin de tenir les animaux, les biens et les personnes à l'écart de la grippe aviaire. La résilience et la préparation du système de santé, y compris la formation et la sensibilisation des travailleurs de la santé, ainsi que le soutien aux populations prioritaires qui sont les plus susceptibles d'être exposées au virus de l'influenza aviaire, permettraient d'atténuer les répercussions potentielles de l'influenza aviaire sur la santé et la société. Les obstacles réglementaires et procéduraux à une réponse rapide et précoce à l'influenza aviaire doivent être identifiés et rapidement levés.

Pour une réponse efficace, des efforts de recherche s'inscrivant dans une stratégie globale de contre-mesures médicales pour lutter contre la grippe aviaire sont nécessaires pour accélérer la mise au point, l'utilisation et l'accessibilité des tests, des vaccins et des traitements contre la grippe aviaire. Il est urgent de disposer d'une capacité de dépistage capable de différencier rapidement les souches et les sous-types hautement pathogènes des virus de la grippe, de la grippe saisonnière et de la COVID-19. Les tests de dépistage rapides de la grippe aviaire à domicile et sur le terrain pour les animaux et les personnes sont essentiels pour la détection précoce, la connaissance de la situation et le traitement en temps opportun. L'évolution du milieu de la recherche est essentielle pour mettre au point et déployer des virus vaccinaux candidats (VVC) bien adaptés à la grippe aviaire. Les besoins de la réserve liés à l'influenza aviaire doivent orienter les travaux de recherche essentiels à la mission, y compris aux fins du diagnostic et du traitement de l'influenza aviaire, ainsi que de la mise au point de vaccins, en s'appuyant sur la *Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie du gouvernement du Canada* (SBSV).

La mise en œuvre de la Feuille de route renforcera l'intégration intersectorielle, réduira la fragmentation et réduira au minimum les lacunes, ce qui rendra opérationnelle l'approche « Une seule santé ». La réalisation des 14 mesures et sous-mesures scientifiques prioritaires recommandées nécessitera la collaboration, la coordination et le partage de données entre les nombreux partenaires. Ces derniers comprennent les ministères et organismes fédéraux canadiens, comme l'Agence canadienne d'inspection des aliments, l'Agence de la santé publique du Canada, Santé Canada, Environnement et Changement climatique Canada, Préparation aux crises sanitaires Canada, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada, Services aux Autochtones Canada, ainsi que d'autres organismes énumérés à l'annexe 1. À cet égard, il est louable que l'Agence de la santé publique du Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments aient, de manière proactive, mobilisé et sollicité les commentaires des experts scientifiques externes ayant adopté d'emblée

une approche « Une seule santé » dans le cadre de la lutte contre la grippe aviaire. Il est important de noter que les partenaires proviennent également des institutions et gouvernements provinciaux, territoriaux et internationaux, des producteurs du secteur agroalimentaire, du milieu universitaire et des experts, de même que d'organismes non gouvernementaux et privés.

## X. REMERCIEMENTS

La conseillère scientifique en chef est reconnaissante de la collaboration entre les ministères et organismes fédéraux qui ont participé à la réunion sur l'influenza aviaire hautement pathogène au printemps 2024, apportant une contribution importante aux mesures scientifiques prioritaires. Le compte rendu de cette réunion et la liste des organisations peuvent être consultés à l'adresse suivante : <https://science.gc.ca/site/science/fr/bureau-conseillere-scientifique-chef/preparation-aux-situations-durgence/reunion-conseillere-scientifique-chef-linfluenza-aviaire-hautement-pathogene-23-mai-2024>.

Des remerciements particuliers sont adressés aux experts qui ont bénévolement consacré leur temps et leur expertise à la révision des versions antérieures du rapport – Angela Rasmussen, Université de Saskatchewan; Claire Jardine, Université de Guelph; Samira Mubareka, Sunnybrook Research Institute; Stéphane Lair, Université de Montréal; ainsi que Supriya Sharma, qui a communiqué des informations réglementaires sur l'influenza aviaire à Santé Canada. Nous remercions l'équipe du BCSC, dirigée par Lori Engler-Todd et ses collègues Vanessa Sung et Andreea-Diana Moisa, pour leur excellent soutien. Les remerciements s'étendent à l'équipe chargée de l'organisation des réunions scientifiques productives et à l'engagement continu avec les experts et les partenaires, ainsi qu'à la production du présent rapport.

## XI. ANNEXE I : ORGANISATIONS FÉDÉRALES AU CANADA PRENANT PART AUX MESURES DE LUTTE CONTRE LA GRIPPE AVIAIRE<sup>93</sup>

- **L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA)** : L'ACIA a pour mandat de jouer un rôle de premier plan dans la réponse aux urgences en matière de santé animale et a élaboré de nombreuses procédures et de nombreux plans détaillés en collaboration avec l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), l'OMS et d'autres organismes. L'ACIA est le principal organisme responsable de la prévention, de la préparation et de l'intervention en cas d'éclosion d'influenza chez les animaux, avec l'aide de SP. L'ACIA a conclu avec ses partenaires des gouvernements fédéral et provinciaux des ententes de collaboration qui définissent les rôles et les responsabilités avant et pendant une éclosion d'influenza chez les animaux.
- **Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)** : La détermination des risques associés aux éclosions dans la faune et à la santé globale de la faune est la responsabilité collective des ministères, départements et agences fédéraux et provinciaux/territoriaux ainsi que des partenariats du milieu universitaire (en particulier le Réseau canadien pour la santé de la faune). ECCC est le principal ministère fédéral responsable de la conservation et de la protection des oiseaux migrateurs et des animaux énumérés dans la Loi sur les espèces en péril (LEP).
- **Pêches et Océans Canada (MPO)** : Fournit à d'autres agences une expertise et des conseils scientifiques sur les mammifères marins, est responsable de l'octroi de permis de possession et de chasse de mammifères marins, facilite la collecte et l'analyse d'échantillons prélevés sur des mammifères marins sauvages, encourage le signalement des cas de mortalité de mammifères marins et coordonne les interventions auprès des mammifères marins en détresse.
- **Agence Parcs Canada (APC)** : Intervient lors de signalements d'animaux sauvages dans les parcs nationaux, les réserves et aires marines nationales de conservation, en appui à ECCC et aux interventions par les provinces et territoires. Fournit des informations au public visitant les parcs, notamment sur les interactions entre l'humain et la faune.
- **Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)** : En lien avec le secteur agricole, l'industrie nationale et locale, ainsi que les gouvernements FPT, AAC fournit des programmes, des services et un soutien à l'industrie pour qu'elle puisse faire face aux répercussions des interventions de lutte aux éclosions. Favorise et appuie les pratiques exemplaires en matière de biosûreté dans le secteur agricole.

- **Agence de la santé publique du Canada (ASPC) :** Surveille la situation internationale et nationale de l'influenza, et a élaboré le Plan canadien de lutte contre la pandémie d'influenza dans le secteur de la santé en collaboration avec des représentants provinciaux et territoriaux. L'ASPC est le principal organisme fédéral chargé des mesures de préparation et d'intervention en cas de pandémie d'influenza, avec le soutien de SP et de Santé Canada. L'ASPC se charge également de mobiliser et de coordonner les efforts des partenaires nationaux et internationaux dans le domaine de la santé. Le point focal national (PFN) du RSI pour le Canada se trouve au Centre de mesures et d'interventions d'urgence de l'ASPC.
- **Santé Canada (SC) :** SC est chargé d'assurer la préparation réglementaire, y compris l'approbation accélérée d'un vaccin contre l'influenza pandémique; il est le fer de lance des initiatives fédérales en matière de santé au travail. Santé Canada procède également à l'évaluation des risques à l'appui des enquêtes sur la salubrité des aliments afin de minimiser les risques pour la santé publique liés à la consommation d'aliments contaminés.
- **Services aux Autochtones Canada (SAC) :** SAC est chargé de soutenir les efforts de préparation et d'intervention dans les communautés des Premières Nations vivant dans les réserves et des Inuits.
- **Préparation aux crises sanitaires Canada (PCSC) :** PCSC est un organisme de service spécial récemment créé au sein d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE), appuyé par Santé Canada et l'Agence de la santé publique du Canada. L'organisme veille à ce que le Canada soit en mesure de répondre aux urgences sanitaires en soutenant le développement et la production de contre-mesures médicales (CMM), notamment des vaccins, des produits thérapeutiques et des outils de diagnostic. L'organisme contribue à la croissance de l'écosystème canadien des sciences de la vie et de la biofabrication, et renforce les partenariats internationaux.
- **Conseil national de recherches du Canada (CNRC) :** Le CNRC est chargé d'entreprendre, de soutenir ou de promouvoir la recherche scientifique et industrielle dans des secteurs importants pour le Canada. Il s'agit notamment de fournir des services scientifiques et technologiques essentiels aux communautés de la recherche et de l'industrie, d'établir, d'exploiter et de gérer une bibliothèque scientifique nationale, et de publier, vendre ou distribuer les informations scientifiques et techniques.
- **Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) :** En tant qu'organisme fédéral de financement au sein du portefeuille de la Santé chargé d'investir dans la recherche en santé, les IRSC jouent un rôle central dans le soutien d'une réponse coordonnée et prioritaire du milieu de la recherche face aux menaces pandémiques. Par l'intermédiaire du Centre pour la recherche sur la préparation en cas de pandémie et d'urgence sanitaire (CRPPUS) et de ses instituts scientifiques, les IRSC veillent à ce que le Canada dispose d'un système de recherche en santé prêt à faire face aux situations d'urgence.
- **Sécurité publique Canada (SP) :** SP est le ministère fédéral qui coordonne l'ensemble des efforts d'intervention du gouvernement fédéral au niveau national et qui apporte son soutien au gouvernement et aux principaux acteurs nationaux en cas d'événements d'importance nationale. Au sein de SP, le Centre des opérations du gouvernement (COG) fonctionne 24 heures sur 24 et agit en tant que système de communication et de coordination avec les centres d'opérations d'urgence fédéraux, provinciaux et territoriaux.
- **Ministère des Affaires étrangères et du Commerce international (MAECI) :** Le MAECI est responsable de la coordination de la réponse internationale du Canada, y compris des efforts internationaux visant à contenir la propagation d'un virus pandémique. Il est aussi responsable de la communication avec les gouvernements étrangers et les organisations internationales ainsi que de la gestion des offres d'assistance étrangères. De plus, le MAECI est chargé de fournir des conseils de voyage et de répondre aux besoins consulaires des Canadiens en détresse.
- **Innovation, Science et Développement économique Canada (ISDE) :** ISDE travaille en partenariat avec les membres du portefeuille Innovation, Sciences et Développement économique pour tirer parti des ressources et exploiter les synergies dans plusieurs domaines spécifiques, y compris l'innovation par la science et la technologie. ISDE dirige la Stratégie sur la biofabrication et les sciences de la vie du Canada, qui vise à améliorer la résilience à long terme du Canada face aux pandémies et à promouvoir la croissance du secteur national des sciences de la vie.

## XII. REFERENCES

- 1 Peacock et al. [The global H5N1 influenza panzootic in mammals](#). Nature. (March 2024).
- 2 US Centers for Disease Control and Prevention. Current Situation: Bird Flu in Dairy Cows. <https://www.cdc.gov/bird-flu/situation-summary/mammals.html>
- 3 Agence de la santé publique du Canada. Mise à jour sur l'évaluation rapide des risques : Influenza aviaire A(H5N1) de clade 2.3.4.4b, répercussions pour la santé publique au Canada. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/mesures-interventions-urgence/evaluations-rapides-risques-professionnels-sante-publique/influenza-aviaire-a-h5n1-clade-2-3-4-4b-mis-a-jour.html>
- 4 Sims. [Avian influenza: past, present and future](#). Organisation mondiale de la santé animale. Scientific and Technical Review Special Edition (2024).
- 5 Alexander et Brown. [History of highly pathogenic avian influenza](#). Organisation mondiale de la santé animale. Scientific and Technical Review (2009).
- 6 Kumar et al. [Australia's first human case of H5N1 and the current H7 poultry outbreaks: implications for public health and biosecurity measures](#). The Lancet Regional Health – Western Pacific (Juillet 2024).
- 7 Innovation, Sciences et Développement économique Canada. Stratégie en matière de biofabrication et de sciences de la vie du Canada. Gouvernement du Canada. (Juillet 2021). <https://ised-isde.canada.ca/site/biofabrication/fr/strategie-matiere-biofabrication-sciences-vie-canada>
- 8 Graziosi et al. [Highly Pathogenic Avian Influenza \(HPAI\) H5 Clade 2.3.4.4b Virus Infection in Birds and Mammals](#). Animals. Mai 2024.
- 9 Organisation mondiale de la santé animale. Influenza aviaire. <https://www.woah.org/fr/maladie/influenza-aviaire/>
- 10 Rappole et Hubálek. [Birds and influenza H5N1 virus movement to and within North America](#). Emerg Infect Dis. (Octobre 2006).
- 11 Leung. [Transmissibility and transmission of respiratory viruses](#). Nat Rev Microbiol 19, 528–545 (2021).
- 12 Liang. [Pathogenicity and Virulence of Influenza](#). Virulence, 14(1). (Février 2023).
- 13 Parcs Canada. Événement historique national de La grippe espagnole au Canada (1918-1920). Gouvernement du Canada. (Juillet 2024). <https://parcs.canada.ca/culture/designation/evenement-event/grippe-espagnole-spanish-flu>
- 14 UN News. Avian flu reported in 108 countries across five continents. (Décembre 2024). (<https://news.un.org/en/story/2024/12/1158286>)
- 15 Organisation mondiale de la santé animale. Évaluation conjointe FAO/OMS/OMSA de la santé publique des événements récents liés au virus de l'influenza A(H5) chez les animaux et les humains (en anglais). (Août 2024). <https://www.woah.org/fr/document/evaluation-conjointe-fao-oms-omsa-de-la-sante-publique-des-evenements-recents-lies-au-virus-de-linfluenza-ah5-chez-les-animaux-et-les-humains/>
- 16 US Department of Agriculture Animal and Plant Inspection Service. [Detections of Highly Pathogenic Avian Influenza in Mammals](#). <https://www.aphis.usda.gov/livestock-poultry-disease/avian/influenza/hpai-detections/mammals>
- 17 Agence canadienne d'inspection des aliments. État de réponse en cours aux détections d'influenza aviaire, par province. Gouvernement du Canada. <https://inspection.canada.ca/fr/sante-animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/influenza-aviaire/situation-actuelle-grippe-aviaire/etat-reponse-cours-aux-detections>
- 18 Burrough et al. [Highly Pathogenic Avian Influenza A\(H5N1\) Clade 2.3.4.4b Virus Infection in Domestic Dairy Cattle and Cats](#). Centers for Disease Control and Prevention. (Juillet 2024). [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/30/7/24-0508\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/30/7/24-0508_article)
- 19 Ter Beek. [Backyard pig in US found infected with H5N1](#). Poultry World. (Novembre 2024). <https://www.poultryworld.net/health-nutrition/health/backyard-pig-in-us-found-infected-with-h5n1/>
- 20 US Food and Drug Administration. [Investigation of Avian Influenza A \(H5N1\) Virus in Dairy Cattle](#). <https://www.fda.gov/food/alerts-advisories-safety-information/investigation-avian-influenza-h5n1-virus-dairy-cattle#ResearchStudies>
- 21 Agence canadienne d'inspection des aliments. [Échantillonnage de lait et tests de détection de l'influenza aviaire hautement pathogène au Canada](#). Gouvernement du Canada. <https://inspection.canada.ca/fr/sante-animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/influenza-aviaire/situation-actuelle-grippe-aviaire/iahp-betail-echantillonnage-tests-du-lait>
- 22 Santé Canada. Lait cru ou non pasteurisé. Gouvernement du Canada. (Mai 2024). <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/lait-et-preparation-pour-nourrissons/lait-cru-ou-non-pasteurise.html#a1>
- 23 Luchansky et al. [Inactivation of Avian Influenza Virus Inoculated into Ground Beef Patties Cooked on a Commercial Open-Flame Gas Grill](#). Journal of Food Protection. (2024)
- 24 Cui et al. [Does pasteurization inactivate bird flu virus in milk?](#) Emerg Microbes Infect. (June 2024).
- 25 Organisation mondiale de la Santé. Avian Influenza Weekly Update Number 970. (Octobre 2024). [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai\\_20241025.pdf](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wpro---documents/emergency/surveillance/avian-influenza/ai_20241025.pdf)
- 26 US Centers for Disease Control and Prevention. H5 Bird Flu: Current Situation <https://www.cdc.gov/bird-flu/situation-summary/index.html>
- 27 Garg et al. [Highly pathogenic avian influenza A \(H5N1\) virus infections in humans](#). NEJM. (Décembre 2024).
- 28 US Centers for Disease Control and Prevention. Genetic Sequences of Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Viruses Identified in a Person in Louisiana (Décembre 2024). <https://www.cdc.gov/bird-flu/spotlights/h5n1-response-12232024.html>
- 29 US Centers for Disease Control and Prevention. CDC Confirms Human H5 Bird Flu Case in Missouri. (Septembre 2024). <https://www.cdc.gov/media/releases/2024/s0906-birdflu-case-missouri.html>
- 30 US Centers for Disease Control and Prevention. Technical Update: Summary Analysis of the Genetic Sequence of a Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Virus Identified in a Child in California. (Décembre 2024) <https://www.cdc.gov/bird-flu/spotlights/h5n1-response-12092024.html#:~:text=CDC%20Update,California%20on%20Novembre%2022%2C%202024.>
- 31 Mellis et al. [Serologic Evidence of Recent Infection with Highly Pathogenic Avian Influenza A\(H5\) Virus Among Dairy Workers - Michigan and Colorado](#), juin-août 2024. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2024DOI:
- 32 Jassem et al. [Critical Illness in an Adolescent with Influenza A\(H5N1\) Virus Infection](#). NEJM. (Décembre 2024)
- 33 BC Government News. Final update on human avian influenza case in B.C. <https://news.gov.bc.ca/releases/2024HLTH0155-001601>
- 34 GISAID. Avian Influenza Genome Database. GISAID. (2024). <https://gisaid.org/>
- 35 Branswell. H5N1 bird flu virus in Canadian teenager displays mutations demonstrating virus' risk. Stat. (Novembre 2024). <https://www.statnews.com/2024/11/18/bird-flu-pandemic-h5n1-virus-mutations-canada-genomic-analysis/>
- 36 Dadonaite et al. [Deep mutational scanning of H5 hemagglutinin to inform influenza virus surveillance](#). Plos Biology. (Novembre 2024)
- 37 Mostafa et al. [Avian influenza A \(H5N1\) virus in dairy cattle: origin, evolution, and cross-species transmission](#). mBio. (Décembre 2024).
- 38 Malik et al. [Outlining recent updates on influenza therapeutics and vaccines: A comprehensive review](#). Vaccine X. (Janvier 2024).
- 39 Peiris et al. [Avian influenza virus \(H5N1\): a threat to human health](#). Clin Microbiol Rev. (Avril 2007).
- 40 US Centers for Disease Control and Prevention. Types of Influenza Viruses. <https://www.cdc.gov/flu/about/viruses-types.html>
- 41 Bouvier et al. [The Biology of Influenza Viruses](#). Vaccine. (Septembre 2008).
- 42 Focosi et Maggi. [Avian Influenza Virus A \(H5Nx\) and Prepandemic Vaccines: State of the Art](#). Int. J. Mol. Sci. (Août 2024).
- 43 Ward et al. [Evolutionary interactions between haemagglutinin and neuraminidase in avian influenza](#). BMC Evol Biol. (Octobre 2013).
- 44 US Centers for Disease Control and Prevention. Technical Report: June 2024 Highly Pathogenic Avian Influenza A(H5N1) Viruses. (Juin 2024). [https://www.cdc.gov/bird-flu/php/technical-report/h5n1-06052024.html#:~:text=HPAI%20A\(H5N1\)%20viruses%20preferentially,%CE%BI2%2C6%2Dlinked%20sialic%20acid](https://www.cdc.gov/bird-flu/php/technical-report/h5n1-06052024.html#:~:text=HPAI%20A(H5N1)%20viruses%20preferentially,%CE%BI2%2C6%2Dlinked%20sialic%20acid)
- 45 Kristensen et al. [Avian and Human Influenza A Virus Receptors in Bovine Mammary Gland](#). Emerging Infectious Diseases. (Septembre 2024).
- 46 Webby et Ueyki. [An Update on Highly Pathogenic Avian Influenza A\(H5N1\) Virus, Clade 2.3.4.4b](#). The Journal of Infectious Diseases. (Septembre 2024).
- 47 Shu et al. [Avian Influenza A\(H5N1\) Viruses Can Directly Infect and Replicate in Human Gut Tissues](#). The Journal of Infectious Diseases (Avril 2010).
- 48 Kupferschmidt. [Why hasn't the bird flu pandemic started?](#). Science. (Décembre 2024).
- 49 Luczo et al. [Epitopes in the HA and NA of H5 and H7 avian influenza viruses that are important for antigenic drift](#). FEMS Microbiology Reviews. (Mai 2024).
- 50 Lin et al. [A single mutation in bovine influenza H5N1 hemagglutinin switches specificity to human receptors](#). ESWI. (Décembre 2024).
- 51 Chothe et al. [Marked neurotropism and potential adaptation of H5N1 clade 2.3.4.4b virus in naturally infected domestic cats](#). Emerging Microbes & Infections. (2024).
- 52 Ma et al. [The role of swine in the generation of novel influenza viruses](#). Zoonoses Public Health. (2009).
- 53 Plaza et al. [Recent Changes in Patterns of Mammal Infection with Highly Pathogenic Avian Influenza A\(H5N1\) Virus Worldwide](#). Emerg Infect Dis. (Mars 2024).
- 54 Banyard et al. [Detection and spread of high pathogenicity avian influenza virus H5N1 in the Antarctic Region](#). Nature Communications. (Novembre 2023).
- 55 Gouvernement du Nunavut. Grippe aviaire confirmée chez des phoques près de Resolute Bay (Décembre 2024). <https://www.gov.nu.ca/fr/salle-des-medias/grippe-aviaire-confirmer-chez-des-phoques-pres-de-resolute-bay-2024-12-13>

- 56 Jones et al. [Influenza antivirals and their role in pandemic preparedness](#). Antiviral Res. (Février 2023).
- 57 Tosheva et al. [Influenza A\(H5N1\) shedding in air corresponds to transmissibility in mammals](#). Nature Microbiology. (Décembre 2024). <https://www.nature.com/articles/s41564-024-01885-6>
- 58 Koopmans et al. [The Panzootic Spread of Highly Pathogenic Avian Influenza](#). Organisation mondiale de la Santé, One Health High-Level Expert Panel. (2024). <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/one-health/ohlep/panzootic-spread-of-highly-pathogenic-avian-influenza.pdf>
- 59 Olofsson et al. [Avian influenza and sialic acid receptors: more than meets the eye? The Lancet Infectious Diseases](#). (Mars 2005).
- 60 Clohisey and Baillie. [Host susceptibility to severe influenza A virus infection](#). Critical Care. (Avril 2019)
- 61 Nunez et al. [Influenza virus immune imprinting dictates the clinical outcomes in ferrets challenged with highly pathogenic avian influenza virus H5N1](#). Front. Vet. Sci. (Décembre 2023).
- 62 Gioia et al. [Cross-subtype Immunity against Avian Influenza in Persons Recently Vaccinated for Influenza](#). Emerging Infectious Diseases. (Janvier 2008).
- 63 Daulagala et al. [Avian Influenza A\(H5N1\) Neuraminidase Inhibition Antibodies in Healthy Adults after Exposure to Influenza A\(H1N1\)pdm09](#). Emerg Infect Dis. (Janvier 2024).
- 64 Rimmelzwaan et al. [Age distribution of cases caused by different influenza viruses](#). Lancet. (Août 2013).
- 65 Hamid et al. [From H5N1 to HxNy: An epidemiologic overview of human infections with avian influenza in the Western Pacific Region, 2003–2017](#). Western Pac Surveill Response J. (Juillet 2018).
- 66 OMS. [Global Influenza Programme](#). Organisation mondiale de la Santé. (2024). <https://www.who.int/teams/global-influenza-programme/vaccines>
- 67 OMS. [Summary of status of development and availability of A\(H5N1\) candidate vaccine viruses and potency testing reagents](#). Organisation mondiale de la Santé. (Février 2024). [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/cvvs/cvv-zoonotic-northern-hemisphere-2024-2025/h5n1\\_summary\\_a\\_h5n1\\_cvv\\_20240223.pdf?sfvrsn=2d559bc4\\_5](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/influenza/cvvs/cvv-zoonotic-northern-hemisphere-2024-2025/h5n1_summary_a_h5n1_cvv_20240223.pdf?sfvrsn=2d559bc4_5)
- 68 Agence de la santé publique du Canada. [Grippe aviaire A \(H5N1\) : réponse du Canada. Préparation médicale](#). Gouvernement du Canada. (2024). <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/grippe-aviare-h5n1/reponse-canada.html#a3>
- 69 US Food and Drug Administration. [Influenza Virus Vaccine, H5N1 \(for National Stockpile\)](#). (Octobre 2024). <https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/safety-availability-biologics/influenza-virus-vaccine-h5n1-national-stockpile>
- 70 Gunjan et al. [Navigating the global egg shortage: a comprehensive study of interconnected challenges](#). MedRxiv. (Mars 2024).
- 71 Agence de la santé publique du Canada. [Grippe aviaire A \(H5N1\) : réponse du Canada - Préparation médicale](#). Gouvernement du Canada. (Janvier 2025). <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/grippe-aviare-h5n1/reponse-canada.html#a3>
- 72 Agence de la santé publique du Canada. [Grippe aviaire A \(H5N1\) : pour les professionnels de la santé](#). Gouvernement du Canada. <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/grippe-aviare-h5n1/professionnels-sante.html>
- 73 Le et al. [Isolation of drug-resistant H5N1 virus](#). Nature. (Octobre 2005).
- 74 ClinicalTrials.gov <https://clinicaltrials.gov/>
- 75 Fu et al. [Advances in Detection Techniques for the H5N1 Avian Influenza Virus](#). Int J Mol Sci. (Décembre 2023).
- 76 Gouvernement du Québec. [Grippe aviaire chez les bovins laitiers](#).
- 77 Tseng et al. [Re-evaluating efficacy of vaccines against highly pathogenic avian influenza virus in poultry: A systematic review and meta-analysis](#). Elsevier. (Mars 2024).
- 78 Acharya, et al. [To Vaccinate or Not Against Highly Pathogenic Avian Influenza?](#). The Lancet Microbe, 5(9):100884. (Septembre 2024).
- 79 Epp. [Vaccinating against avian influenza](#). Canadian Poultry Magazine. (Août 2024).
- 80 Agence canadienne d'inspection des aliments. [Groupe de travail sur la vaccination contre l'influenza aviaire hautement pathogène](#). Gouvernement du Canada. <https://inspection.canada.ca/fr/sante-animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/influenza-aviare/vaccination>
- 81 US Department of Agriculture Animal and Plant Inspection Service. [USDA Builds on Actions to Protect Livestock and Public Health from H5N1 Avian Influenza](#).
- 82 Organisation mondiale de la Santé. [« Une seule santé » plan d'action conjoint \(2022-2026\) : travailler ensemble pour des êtres humains, des animaux, des végétaux et un environnement en bonne santé](#). (Octobre 2022).
- 83 Yamaji et al. [Pandemic risk characterisation of zoonotic influenza A viruses using the Tool for Influenza Pandemic Risk Assessment \(TIPRA\)](#). The Lancet Microbe. (Octobre 2024).
- 84 Burke SA, Trock SC. [Use of Influenza Risk Assessment Tool for Prepandemic Preparedness](#). Emerg Infect Dis. (Mars 2018).
- 85 Harrington et al. [The evolution and future of influenza pandemic preparedness](#). Experimental & Molecular Medicine. (Mai 2021). <https://www.nature.com/articles/s12276-021-00603-0>
- 86 Jessup, D. [Opportunistic Research and Sampling Combined with Fish and Wildlife Management Actions or Crisis Response](#). ILAR Journal. (Octobre 2003).
- 87 100 Days Mission. International Pandemic Preparedness Secretariat. <https://ippsecretariat.org/>
- 88 Bureau du conseiller scientifique en chef du Canada. [Renforcer l'utilisation de la science pour la gestion des urgences au Canada : rapport sommaire de la conseillère scientifique en chef du Canada](#). Gouvernement du Canada. (Octobre 2024).
- 89 [Rapport du groupe d'experts pour l'examen de l'approche fédérale en matière d'avis scientifiques et de coordination de la recherche sur la pandémie : il est temps d'agir](#). Gouvernement du Canada. (Octobre 2024).
- 90 Sécurité publique Canada. [Plan nord-américain contre l'influenza animale et la pandémie d'influenza](#). Gouvernement du Canada. (Juillet 2022).
- 91 Ison et al. [The Emerging Threat of H5N1 to Human Health](#). NEJM. (Décembre 2024).
- 92 Williams et al. [Getting Ahead of H5N1: Declare a Public Health Emergency, Expand Wastewater Testing, and Increase Vaccine Research and Availability—Sooner Rather Than Later](#). RAND. (Décembre 2024).
- 93 Agence de la santé publique du Canada. [Orientations sur les problèmes de santé humaine liés à l'influenza aviaire au Canada](#). Gouvernement du Canada. <https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/maladies-et-affections/orientations-problemes-de-sante-humaine-influenza-aviare.html>