

Analyse rapide de la littérature

Grippe A et bétail laitier

avril 2024

Ce document est un produit de la Communauté pour les maladies émergentes et zoonotiques avec le soutien du Système canadien de surveillance de la santé animale. Il s'agit d'une évaluation préliminaire, susceptible d'être mise à jour en fonction des nouvelles informations disponibles. Les opinions exprimées ne représentent pas nécessairement celles des institutions des auteurs.

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE RAPIDE - GRIPPE A ET BOVINS LAITIERS

INTRODUCTION

Les informations disponibles sur la sensibilité des bovins aux virus de l'influenza A (IAV) sont actuellement limitées. La sensibilité des bovins aux IAV aviaires en particulier n'est pas bien comprise et aucune étude n'a été publiée sur les bovins et la souche panzootique de la lignée eurasienne H5N1 actuellement en circulation (clade 2.3.4.4.b). Toutefois, au cours de l'histoire récente, il a été noté que certaines populations de bovins ont montré des signes de maladie lors d'épidémies de grippe A chez l'homme ([Sreenivasan et al., 2019](#)) et il existe quelques études de recherche portant sur la sensibilité des bovins aux souches humaines d'IAV en particulier. En outre, il existe quelques études expérimentales portant sur la sensibilité des bovins ou des ruminants apparentés à d'autres souches de grippe A.

MÉTHODE

Cette revue de la littérature scientifique comprend des informations relatives à l'infection par le virus de la grippe A chez les bovins. La recherche documentaire effectuée par la Bibliothèque canadienne de l'agriculture s'est appuyée sur Scopus et CAB et comprenait la stratégie de recherche suivante : (dairy OR cattle OR cow OR ruminant) AND "influenza A" OR hpaï OR "highly pathogenic avian influenza" OR "bird flu" (la recherche OVID a été limitée aux trois dernières années). Une recherche supplémentaire a également été effectuée sur le site web de la Bibliothèque canadienne de l'agriculture en utilisant une combinaison similaire de mots clés, y compris cattle, cow, or ruminant et influenza A, highly pathogenic avian influenza, and bird flu. Enfin, d'autres articles pertinents ont été trouvés dans l'article de synthèse de 2019 de Sreenivasan et al.

ÉTUDES SUR LES INFECTIONS NATURELLES ET LES ÉPIDÉMIES

L'étude la plus récente disponible a été menée en **2013** par [El-Sayed et al.](#) qui ont étudié la séroprévalence de la grippe aviaire chez les animaux et les humains en Égypte. Des sérums ont été prélevés sur des humains et divers animaux, notamment des ruminants tels que des bovins, des buffles, des moutons et des chèvres au Caire et dans les gouvernorats environnants, afin d'examiner la présence d'anticorps anti-H5N1. Les sérums de 50 bovins ont été inclus dans les contrôles positifs obtenus à partir d'animaux vaccinés expérimentalement. Le test d'inhibition de l'hémagglutination (HI) utilisant un antigène inactivé provenant d'isolats égyptiens locaux du virus H5N1 (Chicken/Egypt/9402-NAMRU3-CLEVB213/2007) et un test d'immuno-absorption enzymatique (ELISA) de la protéine G modifiée du virus H5N1, qui détecte les anticorps dirigés contre la protéine H5 de l'IAV dans les sérums d'oiseaux, ont été réalisés et n'ont pas permis de détecter d'anticorps anti-H5N1 chez les ruminants (n=200).

Certaines des études les plus approfondies sur la grippe A chez les bovins ont été menées au Royaume-Uni, avec des recherches sur deux souches humaines du virus IAV, le H1N1 (A/England/333/80) et le H3N2 (A/England/427/88). [Brown et al. \(1998\)](#) ont détecté des anticorps de l'IAV chez les bovins en association avec la maladie respiratoire bovine (BRD) et une réduction de la production laitière dans deux foyers de BRD sans rapport entre eux dans deux fermes de Grande-Bretagne en février et mars 1998. L'exploitation A a connu une morbidité de 100 % (BRD) et aucune mortalité. Dans l'exploitation B, le BRD était plus sporadique et touchait principalement les vaches laitières. Les signes cliniques observés dans les exploitations comprenaient une augmentation de la fréquence respiratoire et des bruits pulmonaires, de l'anorexie et, chez les vaches laitières, une réduction importante de la production de lait. De nombreux

animaux atteints étaient pyrexiques et une partie d'entre eux présentaient un écoulement oculaire/nasal, des fèces molles et une toux. Les tests HI effectués dans les deux exploitations ont révélé une augmentation des niveaux d'anticorps contre les virus humains H1N1 et H3N2 dans la plupart des sérums d'animaux. Le test de précipitation par diffusion sur gel a confirmé la présence d'anticorps spécifiques de type contre l'IAV chez les bovins de l'exploitation A. Les résultats du test de neutralisation du virus (VN) ont également révélé des titres VN clairement positifs dans les deux exploitations. Des niveaux croissants d'anticorps contre le virus respiratoire syncytial bovin ont été trouvés chez tous les bovins de l'exploitation A. Les niveaux d'anticorps dans l'exploitation B étaient statiques. Une étude plus approfondie des anticorps contre le virus IAV humain chez les bovins a été réalisée à partir de 500 sérums sélectionnés au hasard qui avaient été soumis au Laboratoire vétérinaire central au cours de l'hiver 1997-98 pour l'étude des maladies respiratoires et qui comprenaient 110 incidents. Des anticorps IAV humains H1N1 (202 séropositifs) et/ou humains H3N2 (239 séropositifs) ont été détectés dans 244 (49 %) sérums provenant de 71 incidents (65 %).

Dans le cadre d'une petite enquête d'un an menée par la Veterinary Laboratories Agency Langford (UK) à partir de l'été 1997, [Gunning et al. \(1999\)](#) ont examiné cliniquement des troupeaux de vaches laitières frisonnes Holstein présentant des antécédents récents de chute sporadique du lait et ont prélevé des échantillons de sang pour des analyses hématologiques et biochimiques de routine. Des échantillons de sang de convalescence ont été prélevés au moins deux semaines plus tard. Des sérums appariés provenant des 45 vaches (dans cinq troupeaux de 120 à 200 vaches) ont été testés pour divers agents pathogènes courants à l'aide de divers tests de détection des agents pathogènes. L'absence de détection d'un nombre significatif de séroconversions à l'un ou l'autre des agents pathogènes testés suggère qu'ils ne sont pas les principaux responsables du syndrome de chute sporadique du lait observé. Suite à l'identification récente d'anticorps contre les IAV chez les bovins en Grande-Bretagne (voir Brown et al., 1998), des sérums appariés provenant de 40 vaches ont été testés par IH en utilisant des souches d'IAV humaines spécifiques. Le titre d'anticorps contre le H1N1 et le H3N2 a augmenté de manière significative chez 24 (60 %) et 26 (65 %) vaches, respectivement, et cette réponse a été détectée chez au moins deux vaches dans chacun des cinq troupeaux examinés. Seules deux (5 %) des vaches testées étaient séronégatives à la fois pour les virus H1N1 et H3N2.

[Graham et al. \(2002\)](#) ont effectué une analyse rétrospective pour trouver des preuves d'infection par IAV chez les bovins en Irlande du Nord. L'isolement de l'IAV à partir de mucus nasal ou d'échantillons d'écouvillons provenant de 142 échantillons archivés de 46 cas de maladie respiratoire et/ou de syndrome de la goutte de lait n'a pas abouti. Cependant, les tests IH ont révélé la présence d'anticorps contre les IAV humains dans les sérums collectés. Plus précisément, 84 paires d'échantillons de sérum en phase aiguë et en phase de convalescence ont été prélevées en 1998 et 1999 dans 17 foyers de maladies respiratoires, de syndrome de la chute du lait ou de diarrhée chez les bovins. Des anticorps contre le H1N1 et le H3N2 étaient présents dans les sérums de convalescence de 56,5 % et 58,8 % des bovins testés, respectivement, 56 % des animaux étant séroconvertis à l'un des virus ou aux deux. Les titres de H3N2 étaient souvent plusieurs fois plus élevés que ceux de H1N1. Des tests supplémentaires effectués sur un sous-ensemble sélectionné de 21 sérums contre six autres souches de H1N1 et H3N2 humaines (souches H1N1 A/Johannesburg/82/96 et A/Beijing/262/95) et souches H3N2 A/Beijing/262/95, et les souches H3N2 A/Sydney/5/97 et A/Nanchang/933/95) et porcines (souche H1N1 A/sw/England/195852/92 et souche H3N2 A/sw/Stormont/387/86) qui circulent actuellement dans les troupeaux de porcs d'Irlande du Nord a également révélé que la réactivité la plus élevée était celle des souches H3N2 humaines. Les

titres des souches humaines H1N1 et des deux sous-types porcins étaient faibles ou inexistantes. La réactivité nettement plus importante avec les sous-types H3N2 qu'avec les sous-types H1N1 diffère des conclusions de Brown et al. (1998), qui ont observé une large réactivité croisée avec les souches humaines H1N1 et H3N2.

[Crawshaw et al. \(2008\)](#) ont étudié deux troupeaux de vaches laitières frisonnes Holstein au Royaume-Uni où les vaches avaient été touchées sporadiquement par une chute aiguë de la production laitière avec un retour à la normale en 10 à 14 jours. La conception de l'étude était une étude cas-témoins avec deux témoins appariés par cas. Les cas ont été appariés en fonction de la lactation (mais pas du stade de lactation), car des travaux antérieurs ont montré que les vaches en première et deuxième lactation étaient plus souvent touchées par une chute aiguë de la production laitière que les vaches en dernière lactation. Pour chaque cas, deux vaches de contrôle de la même lactation et du même groupe de gestion ont été sélectionnées. Les trois ont fait l'objet d'un prélèvement sanguin et d'un examen clinique dès que possible, et un deuxième prélèvement sanguin a été effectué en moyenne 21 jours après le premier. Un test HI a été réalisé sur les sérums en un seul lot en utilisant les deux IAV humains (H1N1 et H3N2). Des tests ELISA pour les pathogènes bovins courants ont également été effectués sur les sérums stockés en un seul lot. Les échantillons de sang appariés ont montré que l'augmentation des titres d'anticorps contre les virus H1N1 et H3N2 était associée à une pyrexie, à une augmentation des bruits respiratoires et à une chute aiguë de la production laitière chez les bovins, qui s'est traduite par une perte moyenne de 159,9 litres de lait pour les cas affectés par rapport aux témoins. Cela équivaut à environ 2,0 % de la production laitière d'une vache de ce troupeau. L'augmentation des titres de pathogènes bovins courants n'a pas été associée à une chute aiguë de la production laitière. Chez la plupart des vaches, il s'agissait d'augmentations du titre d'anticorps plutôt que de séroconversions suggérant une immunité préexistante. Les cas présentant une augmentation des anticorps contre l'IAV avaient des scores respiratoires et des températures rectales significativement plus élevés que leurs témoins.

Une étude a également été menée sur des bovins aux États-Unis (Minnesota) sur une souche de grippe humaine A H1N1. Une étude rétrospective de [Jones-Lang et al. \(1998\)](#)¹ a étudié la prévalence des anticorps IAV (H1N1) dans 2 345 sérums de bovins au moyen d'un test ELISA indirect spécifique au sous-type H1. Les résultats ont montré que 27 % des échantillons testés étaient positifs, 31 % étaient faiblement positifs et 42 % étaient négatifs. La prévalence des anticorps semble atteindre son maximum entre septembre et novembre, puis entre février et mars. Un sous-ensemble des échantillons susmentionnés a été examiné par le test HI pour confirmer les résultats de l'ELISA. Une corrélation de 92 % a été constatée entre les tests ELISA et HI. L'analyse par Western blot d'un sous-ensemble de sérums positifs à l'ELISA (n=50) a confirmé la présence d'anticorps dirigés contre la nucléoprotéine et la protéine hémagglutinine H1 de l'IAV.

Une étude sérologique sur la sensibilité des animaux du Népal et de l'Inde à la grippe a été menée par [Graves et al. \(1974\)](#). Des anticorps naturels contre les antigènes de la grippe humaine H3N2 (souche X-31 de A/Hong Kong/1/68) ont été trouvés chez des bovins (6 positifs/9 testés) et des buffles d'eau (2/2) dans deux localités de Katmandou, et chez des chèvres (5/12) et des bovins (10/19) dans deux villages du Bengale occidental, en Inde, comme l'ont montré des tests de diffusion radiale (RD) positifs (qui constituent une méthode sensible pour mesurer les concentrations relatives d'anticorps). La spécificité

¹ Seul un résumé est disponible pour l'instant

des sérums de buffles d'eau dans ce test reste à étudier. Une séroconversion a également été observée chez un veau de 6 mois en Inde.

Enfin, la seule étude ayant isolé un IAV à partir d'un veau naturellement infecté a été menée par [Fatkhuddinova et al. \(1973\)](#)² qui a impliqué des enquêtes sérologiques et virologiques sur le bétail au Tadjikistan entre 1970 et 1972. Un virus grippal a été isolé à partir d'un veau malade et identifié comme étant la variante de Hong Kong A/calf/Dushanbe/55/72 (H3N2). La circulation de cette souche a été prouvée par la détection d'anticorps dans le sérum sanguin de bovins domestiques par le test de fixation du complément et le test HI. Au total, 588 échantillons de sérum sanguin de bovins ont été examinés et des anticorps HI contre H3N2 ont été trouvés dans 12,07 % des sérums de bovins.

ÉTUDES EXPÉRIMENTALES

Les bovins se sont également révélés sensibles à l'infection par les IAV de manière expérimentale, y compris à une souche virale étroitement liée à la souche panzootique H5N1 de l'influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) actuellement en circulation. Dans le cadre d'une étude menée en 2007 au Friedrich-Loeffler-Institut en Allemagne, quatre veaux Holstein-Friesian âgés de trois mois ont reçu par voie intranasale 5 ml d'une dose infectieuse de 50 % de l'œuf (DIE)/ml de la souche A/cat/Germany/R606/2006 (lignée asiatique) du virus HPAIV (H5N1) et ont été surveillés pendant sept jours ([Kalthoff et al., 2008](#)). Deux autres veaux ont été gardés dans la même pièce pour étudier la transmission. Un jour après l'inoculation, le virus a été détecté par PCR dans les écouillons nasaux des quatre veaux inoculés, avec un virus infectieux chez trois des quatre veaux. Deux jours après l'inoculation, le virus a été détecté par PCR chez deux des quatre veaux inoculés, et le virus infectieux a été détecté chez un des quatre veaux. Aucune excrétion virale n'a été détectée après 3 jours. À 14 jours, des anticorps contre le virus ont été détectés par ELISA chez deux des quatre veaux inoculés et à 28 jours, des anticorps ont été détectés par HI chez les quatre veaux. Aucun des veaux n'a présenté de signes cliniques de maladie. Chez les veaux de contact, le virus n'a été détecté dans les écouillons nasaux à aucun moment de l'étude, mais à 21 jours, des anticorps contre le virus ont été détectés par VN chez l'un des deux veaux de contact. Ce veau n'a présenté aucun signe clinique de maladie.

D'autres études expérimentales ont examiné la sensibilité des bovins aux souches de grippe A provenant d'humains, d'un veau, de porcs et de chevaux. Dans une étude réalisée à Hong Kong en 1977, trois veaux Holstein ont été inoculés par voie intranasale avec trois souches différentes de grippe A humaine, une souche dans chaque veau ([Campbell et al., 1977](#)). En outre, deux veaux Holstein ont été inoculés par voie intranasale avec une souche isolée d'un veau (A/calf/Duschambe/55/71, dont on pense qu'il s'agit d'une variante d'une souche humaine). Aucun des veaux inoculés avec les souches humaines n'a développé de signes cliniques de maladie. Cependant, trois à quatre semaines après l'inoculation, deux des veaux ont développé de faibles niveaux d'anticorps. En revanche, les veaux inoculés avec la souche isolée du veau ont présenté un écoulement nasal et une rhinite. Trois à quatre semaines après l'inoculation, des anticorps de haut niveau ont également été détectés.

Une étude réalisée aux États-Unis en 2010 a examiné la sensibilité des bovins à la grippe équine H3N2 ([Lin et al., 2010](#)). Dans un premier temps, le virus a été inoculé dans l'épithélium respiratoire bovin *in vitro*, où il s'est révélé capable de se répliquer. Six veaux de boucherie ont ensuite été exposés à 10⁶ EID50

² Seul le résumé est disponible en anglais

d'influenza A/equine/Kentucky/91 (H3N8) en aérosol et des écouvillons nasopharyngés ont été prélevés quotidiennement pendant huit jours. Aucun des veaux n'a développé de signes cliniques de maladie. En outre, aucun virus infectieux n'a été détecté dans les écouvillons à aucun moment. Des sérums ont également été prélevés sur les veaux à 0, 9 et 20 jours et ont été testés par HI pour détecter des anticorps contre le virus, mais aucun anticorps n'a été détecté.

[Nakamura et Easterday \(1967\)](#) ont étudié les substances inhibitrices non spécifiques que l'on pense être présentes chez les bovins et qui pourraient jouer un rôle dans leur sensibilité aux infections grippales. Trente bovins Holstein, dont 10 veaux, 10 yearlings et 10 vaches, ont reçu une injection intraveineuse d'une souche de grippe A (A/PR8/34) et du sérum a été prélevé à différents moments. Les échantillons de sérum ont été traités thermiquement pour tenter d'éliminer les substances inhibitrices non spécifiques. Une réponse anticorps de type primaire a été détectée chez la majorité des animaux, mais les tests HI n'ont pas permis d'obtenir des titres d'anticorps élevés.

Dans une autre étude expérimentale réalisée par **Lopez et Woods (1987)**,³ veaux ont été inoculés par voie intranasale avec le virus vivant de la grippe porcine (SIV) A/sw/IL/75 (H1N1). Le SIV a été isolé pendant 7 jours et une maladie des voies respiratoires a été observée. Des anticorps ont été détectés dans le sérum des veaux inoculés à partir de 9 jours et des anticorps VN ont été mis en évidence à 14 et 21 jours. La réponse primaire a été faible. À l'autopsie, des lésions pneumoniques et des changements histopathologiques ont été observés dans les voies respiratoires et les poumons. La coloration fluorescente a révélé une activité virale dans les cellules épithéliales des voies respiratoires. L'étude a également montré que le virus était transféré aux veaux sains hébergés avec les veaux inoculés.

Une étude canadienne a examiné la grippe A chez les chèvres en tant que substitut pour les bovins ([Mitchell et al., 1956](#)). On a injecté à des chèvres 2 ml de 10^{-7} influenza A (souche PR 8) directement dans la glande mammaire. Les titres viraux ont augmenté et sont restés détectables pendant environ 10 jours après l'inoculation, après quoi des anticorps neutralisants se sont développés dans le lait et le sang. La partie de la glande mammaire qui avait été injectée a ensuite été enlevée chirurgicalement et il a été noté que, bien que le titre d'anticorps neutralisants ait diminué, un niveau élevé d'anticorps subsistait pendant plusieurs mois.

L'étude sérologique mentionnée précédemment sur la sensibilité des animaux du Népal et de l'Inde à la grippe, menée par [Graves et al. \(1974\)](#), comprenait également l'inoculation expérimentale de yaks séronégatifs avec des IAV humains H3N2 (A/Hong Kong/1/68 et A/Angleterre/42/72) et des IAV équins (A/equine/Prague/1/56). Les virus ont été administrés en série par voie intranasale et intratrachéale et des tests HI et RD ont été réalisés. La réponse anticorps primaire à l'infection par le virus A/Hong Kong/1/68 s'est produite dans les 9 jours suivant l'infection, tandis que des symptômes respiratoires légers, de la toux et des malaises ont été observés le sixième jour. Le titre de A/England/42/72 a augmenté en 6 jours et a atteint le niveau observé avec l'anticorps A/Hong Kong/1/68 à 23 jours. Aucun symptôme respiratoire n'a été observé après la provocation par A/England/42/72. Pour l'IAV équin, un malaise et une anorexie ont été observés le 5e jour, et des anticorps spécifiques ont été détectés le 7e jour.

³ Seul un résumé est disponible pour l'instant

RÉSUMÉ

En résumé, les bovins se sont révélés sensibles à certaines souches du virus de la grippe A et, dans certains cas, l'infection peut provoquer une maladie. Les recherches suggèrent que les bovins sont sensibles aux virus IAV humains H1N1 et H3N2 et que l'infection pourrait être plus répandue qu'on ne le pense actuellement. Ces souches virales jouent probablement un rôle important dans l'apparition de maladies respiratoires et du syndrome de la chute du lait chez les bovins. Expérimentalement, les bovins se sont également révélés sensibles à une souche HPAI H5N1 et les veaux infectés peuvent être capables de propager ce virus en l'absence de tout signe clinique. Les bovins peuvent également être sensibles à d'autres souches de virus de la grippe A, y compris certaines souches porcines et équine, mais cela semble dépendre fortement de la souche en question. Dans l'ensemble, les recherches sur les IAV chez les bovins, en particulier sur les souches du virus de la grippe aviaire, sont limitées. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre la sensibilité des bovins aux différents IAV, la pathogenèse de la maladie chez les animaux infectés et leur rôle dans la transmission de ces virus.

RÉFÉRENCES

- Brown, I. H., Crawshaw, T. R., Harris, P. A., & Alexander, D. J. (1998). Detection of antibodies to influenza A virus in cattle in association with respiratory disease and reduced milk yield. *Veterinary record*, 143(23), 637-638. [doi:10.1136/vr.143.23.637](https://doi.org/10.1136/vr.143.23.637)
- Campbell, C.H. ; Easterday, B.C. ; Webster, R.G. Strains of Hong Kong influenza virus in calves. *J. Infect. Dis.* 1977, 135, 678-680. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/853249/>
- Crawshaw, T. R., Brown, I. H., Essen, S. C. et Young, S. C. L. (2008). Significant rising antibody titres to influenza A are associated with an acute reduction in milk yield in cattle. *The veterinary journal* (1997), 178(1), 98-102. [doi:10.1016/j.tvjl.2007.07.022](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.07.022)
- El-Sayed, A., Prince, A., Fawzy, A., Nadra, E., Abdou, M. I., Omar, L., . . . Salem, M. (2013). Séroprévalence de la grippe aviaire chez les animaux et les humains en Égypte. *Pakistan journal of biological sciences*, 16(11), 524-529. [doi:10.3923/pjbs.2013.524.529](https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.524.529)
- Fatkhuddinova, M.F. ; Kir'ianova, A.I. ; Isachenko, V.A. ; Zakstel'skaia, L. Isolation et identification du virus A-Hong Kong (H3N2) dans les maladies respiratoires du bétail. *Vopr. Virusol.* 1973, 18, 474-478. (RUSSE) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4274331/>
- Graham, D. A., Calvert, V. et McLaren, I. E. (2002). Analyse rétrospective du sérum et du mucus nasal de bovins d'Irlande du Nord en vue de détecter une infection par le virus de l'influenza A. *Veterinary record*, 150(7), 201-204. [doi:10.1136/vr.150.7.201](https://doi.org/10.1136/vr.150.7.201)
- Graves, I. L., Pyakural, S. et Sousa, V. O. (1974). Susceptibilité d'un yak aux virus de la grippe A et présence d'anticorps H3N2 chez les animaux au Népal et en Inde. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé*, 51(2), 173-177. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4549482/>
- Gunning, R. F., Brown, I. H., & Crawshaw, T. R. (1999). Evidence of influenza a virus infection in dairy cows with sporadic milk drop syndrome. *Veterinary record*, 145(19), 556-557. [doi:10.1136/vr.145.19.556](https://doi.org/10.1136/vr.145.19.556)
- Jones-Lang, K., Ernst-Larson, M., Lee, B., Goyal, S. M., & Bey, R. (1998). Prévalence des anticorps du virus de la grippe A (H1N1) dans les sérums bovins. [The New microbiologica](https://doi.org/10.1093/emph/21.2.153), 21(2), 153-160.
- Kalthoff, D. ; Hoffmann, B. ; Harder, T. ; Durban, M. ; Beer, M. Infection expérimentale de bovins par le virus de l'influenza aviaire hautement pathogène (H5N1). [Emerg. Infect. Dis.](https://doi.org/10.1093/emph/21.2.153) 2008, 14, 1132-1134.
- Lin, C. ; Holland, R.E., Jr. ; McCoy, M.H. ; Donofrio-Newman, J. ; Vickers, M.L. ; Chambers, T.M. Infectivity of equine H3N8 influenza virus in bovine cells and calves. [Influenza Other Respir. Viruses](https://doi.org/10.1093/emph/21.2.153) 2010, 4, 357-361.
- Lopez, J.W. ; Woods, G.T. Response of calves to exposure with swine influenza virus. *Am. J. Vet. Res.* 1987, 48, 1264-1268.
- Mitchell, C.A. ; Walker, R.V. ; Bannister, G.L. Études relatives à la formation d'anticorps neutralisants à la suite de la propagation du virus de la grippe et de la maladie de Newcastle dans la glande mammaire des bovins. [Can. J. Microbiol.](https://doi.org/10.1093/emph/21.2.153) 1956, 2, 322-328.
- Nakamura, R.M. ; Easterday, B.C. Études sérologiques de la grippe chez les animaux. [Bull. Organisation mondiale de la santé.](https://doi.org/10.1093/emph/21.2.153) 1967, 37, 559-567.

Sreenivasan, C. C., Thomas, M., Kaushik, R. S., Wang, D., & Li, F. (2019). L'influenza a chez les espèces bovines : Une revue narrative de la littérature. *Viruses*, 11(6), 561. [doi:10.3390/v11060561](https://doi.org/10.3390/v11060561)