

Propagation du virus de la grippe dans les transports aériens et survie du virus dans l'air ambiant

Période : septembre 2012 à novembre 2012

Anne OPPLIGER

Institut Universitaire Romand de Santé au Travail – Université de Lausanne et Genève – Groupe des risques biologiques – Lausanne – Suisse

Mots clés : épidémie de grippe, risque infectieux, survie des virus, virus influenza

Chaque hiver en France, la grippe saisonnière touche entre 2 et 7 millions de personnes, dont environ 1 000 cas mortels, surtout parmi les personnes de plus de 65 ans. Elle constitue ainsi la première cause de mortalité par maladie infectieuse. L'agent causal est un virus à ARN très contagieux, pouvant appartenir à différent type (A, B ou C). Le type A est composé d'une large gamme de sous-types classés selon les différentes sortes et associations de protéines de surface du virus. Parmi ceux-ci, les sous-types H1N1 et H3N2 circulent actuellement chez l'Homme. La transmission inter-humaine de la maladie se fait principalement par voie aéroportée par le biais des gouttelettes riches en virus provenant des accès de toux et des éternuements des sujets infectés. Le coût sanitaire et social annuel de la grippe est estimé à 460 millions d'euros pour une épidémie moyenne. La prévention de la grippe repose sur une vaccination annuelle, proposée dans la plupart des pays industrialisés aux personnes à risque. Cependant, la couverture vaccinale en France n'était que de 23 % de la population générale en 2011-2012 (62 % chez les plus de 50 ans). Dès lors, environ 80 % des individus sont susceptibles de contracter la maladie. Les transports en commun constituent des environnements idéaux pour la dissémination des virus. En effet, la grande promiscuité entre les passagers potentiellement malades et les passagers sains favorise la propagation de la maladie. Dans ces conditions, l'évaluation du risque d'infection est utile pour appliquer une prévention ciblée. Le but du premier article analysé (Gupta *et al.*, 2012) était, précisément, d'évaluer le risque, pour un passager sain, de contracter le virus de la grippe dans un avion transportant un passager malade. Les auteurs du second article analysé (Pyankov *et al.*, 2012) ont estimé le temps de survie de différents sous-types de virus de la grippe dans l'air ambiant d'une chambre expérimentale.

Evaluation des risques liés aux agents infectieux aéroportés dans les avions

Gupta JK, Lin CH, Chen Q. Risk assessment of airborne infectious diseases in aircraft cabins. *Indoor Air* 2012;22:388-395.

Résumé

Cette étude menée en Chine a pour but d'évaluer, à l'aide de modélisation, le risque de transmission aéroportée du virus de la grippe dans la cabine d'un avion, lors d'un vol moyen courrier de 4 heures. Une estimation de la réduction de ce risque pour les passagers portant une protection respiratoire N95 (équivalent des FFP2⁽¹⁾ des normes européennes) a aussi été calculée. Dans un premier temps, les auteurs de l'étude ont utilisé le programme commercialisé "FLUENT" de mécanique des fluides numérique pour faire des simulations et prédire la distribution spatiale et temporelle des particules virales exhalées par un passager assis au centre de la cabine. Les informations nécessaires à la simulation incluaient entre autre les caractéristiques du flux d'air généré dans la cabine, du taux de renouvellement d'air fixé à 33,7 l/h, de la température, de l'humidité ainsi que des informations sur la quantité de particules virales générées lors d'accès de toux. Ces dernières données provenant d'études expérimentales précédentes. Dans un second temps, afin d'estimer la probabilité, chez les passagers sains, de développer

une infection suite à l'inhalation des particules virales, les auteurs ont utilisé une méthode déterministe (mesurant le nombre de particules virales sans tenir compte de la dose infectieuse) et une méthode probabilistique qui mesurait la probabilité d'être infecté en tenant compte de la dose infectieuse, de la susceptibilité individuelle et de la fréquence respiratoire. L'unité de dose infectieuse choisie étant le quantum (1 quantum = dose infectieuse nécessaire pour provoquer la maladie chez 63 % des personnes exposées). Les résultats montrent que les passagers sains, assis à côté du passager malade ont une plus grande probabilité d'être infectés. Cependant, des passagers situés assez loin derrière le passager émetteur ont aussi une plus grande probabilité d'inhaler des particules infectieuses que les autres passagers, en raison des mouvements d'air présents dans la cabine. Si l'on considère que le passager infecté génère 103 quanta/h, 3 passagers sur les 20 présents pourront être contaminés alors que si le passager infecté génère 5 226 quanta/h, les 20 passagers seront contaminés. Si l'on considère une situation où les passagers sains portent une protection respiratoire N95⁽¹⁾ (FFP2), aucun des passagers ne sera infecté avec une dose de 103 quanta/h et environ la moitié des passagers (11/20) seront infectés avec une dose de 5 226 quanta/h.

Commentaire

Cette étude très sérieuse a tenu compte de beaucoup de paramètres pour simuler la distribution spatiale et temporelle des particules infectieuses dans une cabine d'avion; elle s'est appuyée sur des données expérimentales pour estimer le nombre de particules pouvant être émises par des passagers malades et elle a utilisé deux approches différentes pour évaluer ensuite la probabilité de contamination des autres passagers. Dès lors, les résultats sont très robustes et fiables et doivent refléter précisément la situation réelle. De plus, les résultats sont en accord avec quelques cas rapportés dans la littérature (1-3). Le fait de pouvoir simuler différentes situations en modifiant certains paramètres est très intéressant puisque cela pourra permettre de trouver la situation optimale qui réduira au maximum la probabilité de contamination. On peut juste regretter que l'étude n'ait pas considéré le cas où le passager malade portait une protection respiratoire. Ainsi, les résultats auraient certainement été utiles à sensibiliser les passagers malades à porter des protections respiratoires afin de limiter la dispersion des germes dans l'avion, plutôt que de suggérer aux passagers sains de se protéger pour éviter d'inhaler de potentiels germes infectieux.

Inactivation du virus de la grippe dans l'air ambiant

Pyankov OV, Pyankova OG, Agranovski IE. Inactivation of airborne influenza virus in the ambient air. *J Aerosol Sci* 2012;53:21-28.

Résumé

Cette seconde étude, menée par une équipe australienne et russe, s'est attachée à étudier expérimentalement, la survie des 6 souches différentes de virus grippaux de type A (3 sous-types aviaires H5N1; 2 sous-types porcins H1N1 et un sous-type H3N2), dans l'air ambiant d'une chambre rotative de nébulisation d'aérosol. Ce système expérimental permet, aux particules virales, de rester en suspension dans l'air durant toute la durée de l'expérience. Les concentrations initiales de virus vivant aéroportés, dans la chambre, sont mesurées à l'aide de tests *in vitro* sur cultures de cellules. L'inactivation des virus au cours du temps (après 15, 30, 60 et 90 minutes) est estimée par la réduction d'un signal fluorescent. Ce signal étant proportionnel à la concentration de particules virales vivantes.

Les résultats montrent que 50 % des virus de souche H3N2 sont encore vivants après 90 minutes. Les 3 souches aviaires testées (3 sous-types de H5N1) sont plus fragiles puisque 50 % d'entre elles sont inactivées après 30 minutes et plus de 90 % après 90 minutes. Les deux souches porcines (2 sous-types H1N1) sont encore plus fragiles avec 80 % des virus inactivés après 30 minutes et plus de 95 % après 90 minutes.

Les auteurs signalent que ces aérosolisations expérimentales de virus ne reflètent pas vraiment les processus physiques d'aérosolisation par des êtres vivants et que des paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité et le rayonnement UV peuvent aussi influencer l'inactivation des virus. Cependant, les conditions expérimentales choisies étaient représentatives des conditions d'air intérieur de locaux peu ventilés.

Commentaire

Les résultats de cette étude sont très intéressants et rassurants puisqu'ils montrent que les sous-types des virus pouvant être les plus virulents pour l'homme (responsable des dernières pandémies) sont rapidement inactivés dans l'air ambiant (environ 90 minutes). Un autre sous-type fréquemment rencontré chez l'homme semble mieux survivre (50 % encore infectieux après 90 minutes). Le modèle expérimental utilisé (tambour rotatif), était uniquement destiné à évaluer le temps de survie des virus en suspension dans l'air. Il ne permet pas d'estimer la diminution des concentrations aéroportées des virus suite à leur sédimentation sur le sol. On peut donc imaginer que ces résultats pourraient être légèrement surestimés par rapport à une situation où les gouttelettes chargées de virus, émises par les personnes malades, tombent au sol ou sur les surfaces avoisinantes. D'autre part, des facteurs importants pour la survie des virus grippaux, comme la température et l'humidité (4) n'ont pas été pris en compte.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Il ressort de la première étude que les virus de la grippe peuvent survivre jusqu'à 90 minutes dans l'air ambiant. Malheureusement, les conditions expérimentales d'hygrométrie et de température ne sont pas précisées ce qui est dommage étant donné la grande influence de ces paramètres sur la survie des virus grippaux. Cependant, ces conditions reflètent certainement les conditions de l'air ambiant d'endroits clos. Dans la deuxième étude, il est démontré que lorsque les virus de la grippe sont émis dans un espace clos (avion par exemple) par une personne infectée, le risque d'infection pour les voisins directs est plus élevé que pour les personnes plus éloignées. Ce risque dépend aussi du nombre de particules infectieuses émises par la personne malade. Si le malade émet une grande quantité de virus, le risque de contamination est quasi de 100 % pour toutes les personnes présentes dans l'espace clos. Cependant, le port d'une protection respiratoire permet de diminuer fortement le risque d'infection. Cette méthode déterministe et probabiliste peut être appliquée pour estimer le risque d'infection dans importe quel endroit clos (bus, métro, train, salle) sans procéder à de la métrologie. Ainsi, l'utilisation de cette méthode de modélisation pourra permettre de mieux comprendre l'épidémiologie de la grippe saisonnière.

GENERAL CONCLUSION

The first study shows that the influenza virus can survive for 90 minutes in the ambient air. Unfortunately, experimental conditions such as temperature and humidity, which are important factors influencing virus survival, are not specified. However, the conditions used may certainly be representative of closed ambient spaces. The second study shows that, when influenza viruses are released in a closed space (aircraft cabin) by an infected person, the risk of infection is higher for direct neighbors than for those further away. This risk also depends on the number of infectious viral particles released by the sick passenger. If the sick person releases a high amount of virus, the risk of contamination is almost 100 % for all persons present in the closed space. However, the wearing of a mask allows a strong decrease in the risk of infection. The approach and methods developed can easily be implemented in other closed spaces such as buildings, trains, metros and buses, to assess the infection risk without metrology, thus improving knowledge of influenza epidemiology.

Étude expérimentale ayant mesuré le nombre de virus de la grippe émis lors d'accès de toux. Une étude précédente sur le même sujet et par les mêmes auteurs a déjà fait l'objet d'une note d'actualité scientifique (BVS 2012; 15 :42-5).

Gustin KM, Belser JA, Katz JM, et al. Innovations in modeling influenza virus infections in the laboratory. *Trends Microbiol* 2012; 20 (6):275-81

Revue intéressante faisant le point sur les innovations dans le domaine de la modélisation des infections par les virus de la grippe
Usachev EV, Pankova AV, Rafailova EA, et al. Portable automatic bioaerosol sampling system for rapid on-site detection of targeted airborne microorganisms. *J Environ Monit* 2012; 14(10):2739-45.

Étude méthodologique décrivant un nouveau moyen de prélèvement des microorganismes aéroportés, y compris les particules virales.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent :

- n'avoir aucun conflit d'intérêt;
- avoir un ou plusieurs conflits d'intérêt.

Lexique

- (1) Protection respiratoire FFP2, N95 : Selon la norme européenne, les masques FFP1, FFP2 ou FFP3 retiennent respectivement 80 %, 94 % et 99 % des particules mesurant un millionième de mètre. Le masque filtrant N95, notamment utilisé aux États-Unis et au Canada filtre 95 % des micro-particules.

Publications de référence

- (1) **Kirking HL, Cortes J, Hall, et al.** Likely transmission of Norovirus on an airplane. *Clin Infect Dis* 2008;50:1216-21.
- (2) **Olsen SJ, Chang HL, Cheung TY, et al.** Transmission of the severe acute respiratory syndrome on aircraft. *N Engl J Med* 2003;349:2416-22.
- (3) **Moser MR, Bender TR, Margolis HS, et al.** An outbreak of influenza aboard a commercial airliner. *Am J Epidemiol* 1979;110:1-6.
- (4) **Shaman J, Kohn M.** Absolute humidity modulates influenza survival, transmission, and seasonality. *Proc Natl Acad Sci USA* 2009;106:3243-48.

Autres publications identifiées

Lindsley WG, Pearce TA, Hudnall JB, et al. Quantity and size distribution of cough-generated aerosol particles produced by influenza patients during and after illness. *J Occ Environ Hyg* 2012;9:443-9.