
COMMENT SE PROPAGE LA COVID-19 ? LA CONTROVERSE ET LES PREUVES

Jessica Bartoszko et Mark Loeb | 21 août 2020

Le mois dernier, une lettre intitulée « *It is time to address airborne transmission of COVID-19* » (Il est temps de s'attaquer à la transmission aérogène de la COVID-19), signée par 241 scientifiques issus de 30 pays, a été envoyée à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et publiée dans une revue scientifique sur les maladies infectieuses (1). La lettre appelait la communauté médicale et les organismes de réglementation sanitaire à reconnaître la possible propagation aérogène du SARS-CoV-2. La lettre soulignait que des études avaient démontré « au-delà de tout doute raisonnable » que les virus étaient libérés en parlant ou en toussant et restaient suffisamment petits pour parcourir des distances supérieures aux deux mètres recommandés par la plupart des mesures de distanciation sociale. La lettre regrettait la non-reconnaissance de cette transmission aérogène (1), sauf dans le cas des interventions médicales générant des aérosols (IMGA) effectuées dans les établissements de santé.

La publication de cette lettre a entraîné une vague de commentaires dans les médias et, sans surprise, divisé le débat sur les réseaux sociaux. Les conséquences sont importantes. Si la transmission aérogène est effectivement répandue, cela signifierait que la plupart des stratégies de contrôle visant à réduire la transmission du SARS-CoV-2 ont été peu judicieuses. La publication de la lettre a suscité une vive réaction des médecins spécialisés dans les maladies infectieuses, remettant en question le postulat de cette lettre (2).

La question importante à se poser est donc : quelles sont les preuves scientifiques démontrant la transmission aérogène du SARS-CoV-2 ?

Il est d'abord important de définir la transmission « aérogène » et « par gouttelettes ». Les gouttelettes font référence aux grosses particules (plus de 5 microns) qui tombent sur le sol à moins de 2 mètres du cas index. Les particules aéroportées, également appelées noyaux de gouttelettes ou aérosols, sont plus petites et peuvent donc rester en suspension dans l'air plus longtemps et parcourir de plus grandes distances (3). Certaines procédures médicales telles que la bronchoscopie et l'intubation - les IMGA susmentionnées - peuvent générer ces particules aéroportées et exposer les travailleurs de la santé à un risque d'infection plus élevé. Toutefois, les IMGA sont propres aux milieux cliniques (4,5). Il est également important de noter que malgré une présentation binaire des termes « particules aéroportées » et « gouttelettes », la réalité est qu'il existe un continuum de taille de particules. On peut observer une génération de particules respiratoires de tailles différentes (6-10). La génération de microgouttelettes aéroportées a également été proposée comme mécanisme de transmission (11). Même une seule toux peut contenir des particules respiratoires variant de 0,1 à 100 microns (c'est-à-dire à la fois des aérosols

et des gouttelettes) (10). Malgré un consensus sur la variabilité de la taille des particules, l'infektivité de ces sécrétions respiratoires dépend également de la charge virale qu'elles contiennent, ainsi que de la durée et de la voie d'exposition. Par conséquent, le débat se poursuit sur la prédominance de la transmission « par gouttelettes » par rapport à la transmission « par particules aéroportées ». Cela s'est traduit par des recommandations contradictoires sur l'utilisation d'équipements de protection individuelle pour les travailleurs de la santé afin de lutter contre la COVID-19 en dehors des IMGA. L'OMS et l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) recommandent le port de masques médicaux (chirurgicaux) pour les soins hors IMGA des patients souffrant de COVID-19 (12,13) ; tandis que le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) et les Centres américains de contrôle et de prévention des maladies (CDC) recommandent les respirateurs N95 (14,15). Il est également important de noter que la transmission par contact, c'est-à-dire la contamination des mains ou de l'environnement, est également considérée comme un risque possible (3). En effet, d'autres virus respiratoires, dont les coronavirus, sont transmis de cette manière ; cependant, ce mode de transmission n'a pas encore été documenté pour le SARS-CoV-2 (3). Jusqu'à présent, les précautions contre les infections respiratoires dans les hôpitaux ont généralement consisté à prendre des mesures de prévention contre les contacts et les gouttelettes.

Prouver avec une certitude absolue la prédominance d'un mode de transmission par rapport à un autre peut être un défi de taille. Dans une large mesure, le poids accordé aux différents types de preuves dépend de la formation et du système de croyance de ceux qui les déterminent. Les spécialistes des aérosols accordent une plus grande importance aux instruments qui génèrent des aérosols (16,17), aux études en chambre de toux (18) ou aux études sur les animaux (19). Il est important de noter que ces expériences comportent des limites importantes car elles n'incluent souvent pas de spécimens infectieux et utilisent des nébuliseurs ou des personnes en bonne santé pour imiter les sécrétions respiratoires du SARS-CoV-2 provenant de la toux de patients malades. La limite la plus évidente est qu'aucune de ces expériences ne démontre une transmission aérogène interhumaine (16-19). En revanche, les cliniciens et les épidémiologistes s'appuient sur des enquêtes épidémiologiques. La majorité d'entre elles, tant dans le domaine des soins de santé que dans d'autres domaines, sont compatibles avec une transmission par contact ou par gouttelettes, telle que déterminée par les schémas d'exposition de la source au destinataire (20-25). L'enquête sur le premier cas extrahospitalier de COVID-19 aux États-Unis en est un exemple. Au total, 121 travailleurs de la santé ont été exposés avant que ce patient ne soit reconnu comme étant infecté par le SARS-CoV-2. Seuls 3 travailleurs de la santé (2,5 %) ont été infectés par la suite. La transmission a été minime malgré le port inadéquat d'équipement de protection individuelle par les travailleurs de la santé (seule 1 des 3 personnes infectées portait un masque médical) et l'exposition prolongée aux IMGA sans respirateur N95 (protection recommandée pour les IMGA) (20). Cette enquête a révélé qu'en dehors du traitement par nébulisation (une IMGA), le contact prolongé et non protégé avec le patient (par exemple, lors d'un examen physique) était associé à

l'infection chez les travailleurs de la santé. Ces observations ne concordent pas avec une transmission aérogène. En outre, un rapport de cas sur les dispositifs de protection respiratoire contre la COVID-19 à Singapour a révélé qu'il n'y avait pas eu de transmission hospitalière chez les 41 travailleurs de la santé exposés à des IMGA – alors que seuls 6 travailleurs de la santé portaient des respirateurs N95 (15%) (21). Il y a cependant quelques exceptions, car les enquêtes sur les foyers d'infection dans les restaurants (26), les chorales (27) et les bateaux de croisière (28) ont suggéré une transmission aérogène. Les espaces intérieurs surpeuplés et mal ventilés favorisent l'augmentation de la charge d'aérosols – dans d'autres conditions, les aérosols circuleraient en quantité insignifiante. Il est cependant important de noter que ces enquêtes sur les foyers d'infection ne sont pas définitives, car d'autres voies de transmission, y compris la transmission par contact et par gouttelettes ou une super propagation en cas de faible respect de l'hygiène des mains et du port du masque, ne peuvent être exclues (3,26-29).

Pendant que les experts des aérosols se fondent sur des expériences effectuées sous des conditions contrôlées dans des environnements très artificiels, les épidémiologistes cliniques s'appuient sur des études cliniques, y compris des essais, qui recherchent des preuves directes de transmission, mais où il est plus difficile de contrôler les variables étrangères. Bien que plus directes et permettant ainsi des déductions plus solides, les voies de transmission dans les études épidémiologiques sont souvent plus difficiles à discerner lorsque les données relatives à la proximité physique, à la durée et à l'intensité du contact et à la présence d'IMGA ne sont pas incluses. De telles études sont renforcées par l'expérience clinique, tandis que celles menées par les experts des aérosols sont appuyées par les propriétés physiques des aérosols. Certaines simulations basées sur la modélisation suggèrent une transmission aérogène. Cela étant, elles sont difficiles à interpréter et ne se basent pas sur des données mais sur des hypothèses (28,30).

Les médecins spécialisés dans les maladies infectieuses s'appuient sur leur expérience et estiment généralement qu'une prédominance de la transmission par aérosol est très peu probable, compte tenu des cas qu'ils ont connus jusqu'à présent (3). En d'autres termes, si la transmission par aérosol était vraiment prédominante, ils pensent qu'ils le sauraient déjà. Comment le sauraient-ils ? La distanciation sociale ne fonctionnerait certainement pas, et des foyers d'infection apparaîtraient malgré l'absence de contact étroit avec les personnes infectées. Les études de cas de petite envergure réalisées jusqu'à présent suggèrent effectivement une transmission par gouttelettes, mais il s'agit d'études non contrôlées et difficiles à interpréter (20, 21,25). Un autre argument est que l'utilisation généralisée des masques chirurgicaux, qui ne protègent généralement que contre les grosses gouttelettes contrairement aux respirateurs N95 qui empêchent le passage d'au moins 95 % des particules de 0,3 micron, n'a pas entraîné une augmentation de la COVID-19 chez les travailleurs de la santé (20,21). En outre, de faibles taux secondaires d'infection ont été observés pendant le partage des repas (7 %) (23), au sein des ménages (13 %) (23) et dans les hôpitaux (3 %) (20). L'incidence de l'infection serait plus élevée si la transmission aérogène était un facteur

contributif, comme c'est le cas avec la rougeole, une infection virale dont la transmission par aérosols est courante.

Du point de vue de l'observation clinique, il est impossible « d'exclure » la possibilité d'une transmission aérogène, car il faudrait avoir accès aux données épidémiologiques détaillées de chaque cas de COVID-19, de foyers d'infection ou de groupes infectés, ce qui n'est pas faisable. Les épidémiologistes cliniques conviennent toutefois que, dans certaines conditions, la transmission par aérosol pourrait se produire (1). Dans le cadre de soins de santé de court terme, cela pourrait se produire lors d'une IMG, telle que l'intubation ou la bronchoscopie, ou dans un CHSLD lorsque la ventilation ne fonctionne pas efficacement.

En revanche, pour étayer leur point de vue, les biologistes spécialistes des aérosols citent le fait que des particules respiratoires de différentes tailles peuvent être générées. Toutefois, ces observations ne confirment pas directement que la transmission aérogène interhumaine est courante dans les milieux cliniques ou non cliniques. Ils utilisent comme preuve les études sur l'ARN viral de la COVID-19 dans l'environnement et sur la production d'aérosols de certaines particules respiratoires. Cependant, ces études ont été menées dans des environnements artificiels et ne font pas la preuve d'une transmission (16,17). Ces études ne font que démontrer la dispersion de l'acide nucléique, car la plupart d'entre elles n'ont pas utilisé un virus cultivable nécessaire à l'infection. Même dans la seule étude utilisant un virus cultivé et viable dans des aérosols, la charge virale nécessaire pour provoquer l'infection est inconnue et peut ou non refléter ce qui se passe dans les établissements de soins de santé (17,31). Comme l'indique une récente étude canadienne, « en l'état actuel des choses, la démonstration du caractère infectieux du virus à partir d'échantillons d'aérosols reste la preuve la plus convaincante du potentiel de transmission. Même si l'ARN viral devenait un indicateur fiable de l'exposition, la traduction de ces résultats pour gérer et réduire les risques nécessiterait des recherches beaucoup plus approfondies, car les connaissances sont faibles sur le potentiel de transmission pour des quantités données de virus libérées dans l'air » (32).

En résumé, il n'existe pas de preuves irréfutables pour soutenir l'idée que la transmission par aérosol est le mode de transmission le plus courant en ce qui concerne la COVID-19. Les recommandations des biologistes spécialistes des aérosols sont cependant raisonnables, car elles sont « réalistes, souvent peu coûteuses et peuvent généralement être facilement mises en œuvre ». Les biologistes et les cliniciens spécialistes des aérosols s'accordent pour reconnaître le caractère essentiel d'une ventilation et d'une désinfection adéquates. Les recommandations comprennent 1) une ventilation adéquate, en particulier dans les espaces intérieurs tels que les lieux de travail, les écoles, les hôpitaux et les CHSLD ; 2) en plus de la ventilation générale, prendre des précautions contre les particules aéroportées (par exemple, une filtration d'air hautement efficace) lorsque cela est possible ; et 3) éviter le surpeuplement, en particulier dans les espaces

intérieurs (1). Ces recommandations, qui s'ajoutent aux précautions existantes par rapport aux contacts et aux gouttelettes, permettront de déjouer les multiples mécanismes de transmission du SARS-CoV-2. Cette combinaison de stratégies de prévention sont importantes pour contrôler la propagation du SARS-CoV-2 et prévenir les maladies et les décès qui y sont associés (1,3).

Références

1. Morawska L, Milton DK. It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19. *Clinical Infectious Diseases*. 2020 Jul 6;ciaa939.
2. Chagla Z, Hota S, Khan S, Mertz D, and International Hospital and Community Epidemiology Group. Letter. Re: It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19. Submitted to CID.
3. World Health Organization. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. 2020 July 9. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
4. Durante-Mangoni E, Andini R, Bertolino L, Mele F, Bernardo M, Grimaldi M, et al. Low rate of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 spread among health-care personnel using ordinary personal protection equipment in a medium-incidence setting. *Clin Microbiol Infect*. 2020:S1198743X20302706.
5. Wong SCY, Kwong RTS, Wu TC, Chan JWM, Chu MY, Lee SY, et al. Risk of nosocomial transmission of coronavirus disease 2019: an experience in a general ward setting in Hong Kong. *J Hosp Infect*. 2020;105(2):119-27.
6. Morawska, L. *et al*. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *Journal of Aerosol Science* 2009; 40: 256-269.
7. Yan J, Grantham M, Pantelic J, et al. Infectious virus in exhaled breath of symptomatic seasonal influenza cases from a college community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America USA*, 2018; 115: 1081-6.
8. Xie, X., Li, Y., Chwang, A., Ho, P. & Seto, W. How far droplets can move in indoor environments--revisiting the Wells evaporation-falling curve. *Indoor Air*, 2007; 17: 211-225.
9. Lindsley, W.G. *et al*. Viable influenza A virus in airborne particles from human coughs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2015; 12: 107-113.
10. Jayaweera M, Perera H, Gunawardana B, Manatunge J. Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy [published online ahead of print, 2020 Jun 13]. *Environ Res*. 2020;188:109819. doi:10.1016/j.envres.2020.109819
11. Youtube video from japan: 3. Coronavirus: New Facts about Infection Mechanisms - NHK Documentary. April 3, 2020. https://www.youtube.com/redirect?v=H2azcn7MqOU&event=video_description&

[q=https%3A%2F%2Fwww3.nhk.or.jp%2Fnhkworld%2Fen%2Fondemand%2Fvideo%2F%3Fcid%3Dwohk-yt-2004-corona03-hp&redir_token=awNHW-i8fp4vnYruT7ZXoFCZ8Z58MTU4Njc3NDQ3MkAxNTg2Njg4MDcy](https%3A%2F%2Fwww3.nhk.or.jp%2Fnhkworld%2Fen%2Fondemand%2Fvideo%2F%3Fcid%3Dwohk-yt-2004-corona03-hp&redir_token=awNHW-i8fp4vnYruT7ZXoFCZ8Z58MTU4Njc3NDQ3MkAxNTg2Njg4MDcy) [Google Scholar]

12. World Health Organization (WHO). Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19). April 6, 2020. [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages). Accessed July 31, 2020.
13. Public Health Agency of Canada (PHAC). Coronavirus disease (COVID-19): For health professionals. July 27, 2020. <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/2019-novel-coronavirus-infection/health-professionals.html>. Accessed July 31, 2020.
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patients with Suspected or Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Healthcare Settings July 15, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/infection-control/control-recommendations.html>. Accessed July 31, 2020.
15. European Centre for Disease Prevention and Control. Guidance for wearing and removing personal protective equipment in healthcare settings for the care of patients with suspected or confirmed COVID-19. February 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/COVID-19-guidance-wearing-and-removing-personal-protective-equipment-healthcare-settings-updated.pdf>. Accessed July 31, 2020.
16. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020;382:1564-7.
17. Fears AC, Klimstra WB, Duprex P, Weaver SC, Plante JA, Aguilar PV, et al. Persistence of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Aerosol Suspensions. *Emerg Infect Dis* 2020;26(9).
18. Dudalski N, Mohamed A, Mubareka S, Bi R, Zhang C, Savory E. Experimental investigation of far-field human cough airflows from healthy and influenza-infected subjects [published online ahead of print, 2020 Apr 18]. *Indoor Air*. 2020;10.1111/ina.12680. doi:10.1111/ina.12680
19. Kim Y, Kim S, Kim S, Kim E, Park S, Yu K, et al. Infection and rapid transmission of sars-cov-2 in ferrets. *Cell host & microbe*. 2020.
20. Heinzerling A, Stuckey MJ, Scheuer T, Xu K, Perkins KM, Resseger H, et al. Transmission of COVID-19 to Health Care Personnel During Exposures to a Hospitalized Patient — Solano County, California, February 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020 Apr 17;69(15):472–6

-
21. Ng K, Poon BH, Kiat Puar TH, Shan Quah JL, Loh WJ, Wong YJ, et al. COVID-19 and the Risk to Health Care Workers: A Case Report. *Annals of Internal Medicine*. 2020 Jun 2;172(11):766–7.
 22. Maogui Hu, Hui Lin, Jinfeng Wang, Chengdong Xu, Andrew J Tatem, Bin Meng, Xin Zhang, Yifeng Liu, Pengda Wang, Guizhen Wu, Haiyong Xie, Shengjie Lai, The risk of COVID-19 transmission in train passengers: an epidemiological and modelling study, *Clinical Infectious Diseases*, , ciaa1057, <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1057>
 23. Chen Y, Wang AH, Yi B, et al. Epidemiological characteristics of infection in COVID-19 close contacts in Ningbo. Article in Chinese
 24. Chen J, He H, Cheng W, Liu Y, Sun Z, Chai C, et al. Potential transmission of SARS-CoV-2 on a flight from Singapore to Hangzhou, China: An epidemiological investigation. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 2020 Jul;36:101816.
 25. Park SY, Kim Y-M, Yi S, Lee S, Na B-J, Kim CB, et al. Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea. *Emerg Infect Dis* [Internet]. 2020 Aug [cited 2020 Jul 13];26(8). Available from: http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-1274_article.htm non healthcare setting
 26. Li, Y. et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv, 2020; <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.16.20067728v1> (accessed 05/06/2020).
 27. Hamner L, Dubbel P, Capron I, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69:606–610. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6919e6external> icon 28.
 28. Azimi P, Keshavarz Z, Cedeno Laurent JG, Stephens BR, Allen JG. Mechanistic Transmission Modeling of COVID-19 on the Diamond Princess Cruise Ship Demonstrates the Importance of Aerosol Transmission. medRxiv 2020.07.13.20153049; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.13.20153049> 29.
 29. Adam D, Wu P, Wong J, Lau E, Tsang T, Cauchemez S, et al. Clustering and superspreading potential of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infections in Hong Kong (pre-print). *Research Square*. 2020. doi: 10.21203/rs.3.rs-29548/v1 30.
 30. Feng, Y., Marchal, T., Sperry, T., & Yi, H. (2020). Influence of wind and relative humidity on the social distancing effectiveness to prevent COVID-19 airborne transmission: A numerical study. *Journal of aerosol science*, 147, 105585. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105585>
 31. Bullard J, Dust K, Funk D, Strong JE, Alexander D, Garnett L, et al. Predicting infectious SARS-CoV-2 from diagnostic samples. *Clin Infect Dis*. 2020:ciaa638.
 32. Yip, L., Finn, M., Granados, A., Prost, K., McGeer, A., Gubbay, J. B., Scott, J., & Mubareka, S. (2019). Influenza virus RNA recovered from droplets and droplet nuclei emitted by
-

adults in an acute care setting. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 16(5), 341–348. <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1591626>

Cet article fut initialement publié dans le Globe and Mail le 12 août 2020.