

Covid-19 6 -Contamination par les particules d'aérosol Évaluation comparative des espaces intérieurs en ce qui concerne la valeur R en situation¹

DOI: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-11387>

Version: 10.02.2021

Martin Kriegel, Anne Hartmann

Hermann-Rietschel-Institut, FG Energie, Komfort und Gesundheit in Gebäuden, TU Berlin

*Traduction : Nicolas Stroesser
Directeur du Conservatoire à
rayonnement régional de
Metz Métropole*

1. Introduction

En matière de risque d'infection par les particules d'aérosol dans les espaces clos, la dose inhalée est déterminante. Elle dépend de :

- L'intensité de la source (niveau d'émission) ;
- L'activité respiratoire (entre la source et le récepteur) ;
- La concentration d'aérosols dans la pièce ;
- La durée du séjour dans la pièce.

Le fait de porter un masque réduit légèrement l'émission d'aérosols, tout comme il réduit la quantité des particules inhalées. Le fait de respirer, de parler, de chanter, etc. a une influence sur le volume expiré. L'activité respiratoire varie en fonction de l'activité physique et modifie la quantité émise tout comme également celle qui est inhalée par une personne en bonne santé.

Le renouvellement d'air dans la pièce régule le nombre de particules d'aérosol (concentration) et, enfin, la durée d'exposition détermine la dose d'aérosols susceptibles d'être inhalée.

2. Évaluation comparative des espaces intérieurs

L'évaluation d'un risque d'infection par les particules d'aérosol n'est pas encore suffisamment établie à partir des données expérimentales. En revanche, la dose de particules émise peut être déterminée avec précision. Pour se faire, il est possible de prendre en compte l'ensemble des données portant sur les débits volumétriques respiratoires en fonction de différentes activités [1-3], les intensités d'émission des sources [4-8] et, à partir des normes et préconisations [9-11] pour la ventilation des espaces intérieurs, les débits volumiques d'air d'alimentation individuelle pour les pièces dans différentes configurations d'utilisation. Des valeurs d'utilisation caractéristiques ont été retenues pour les durées de séjour à l'intérieur des locaux.

¹ <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/12578>

La comparaison ci-après suppose que les règles de l'AHA+L² et les recommandations du BAuA³ et de l'UBA⁴ [12, 13] sont respectées.

Le port quotidien d'un masque grand public ou d'un masque chirurgical par du personnel non formé a une efficacité de filtrage globale d'environ 50%. Elle prend en compte la réduction des émissions par une personne infectée et la performance de la filtration de l'air lorsqu'il est inhalé par une personne en bonne santé. Même si cette hypothèse est erronée, elle n'a d'effet sur l'évaluation comparative que dans les cas où une distinction est faite entre situation avec masque et situation sans masque.

Dans l'évaluation suivante, on supposera toujours qu'une personne infectée se trouve simultanément dans la pièce avec d'autres personnes en bonne santé. La probabilité qu'une seule personne soit présente dans la pièce n'est pas prise en compte.

La figure 1 présente un choix de diverses configuration d'espaces intérieurs.

Pour chaque situation, le chiffre indiqué correspond à x fois le risque mesuré par rapport à une valeur du R0. La valeur du R effectif (R0) correspond au taux de reproduction de base d'un virus. Elle indique le nombre de personnes infectées par une personne infectée qui est présente simultanément.

Quand bien même le calcul de la valeur ne serait pas suffisamment fondé sur des données probantes, cela n'a aucune incidence sur l'évaluation comparative présentée. Il conviendrait alors de déplacer les barres représentées vers la gauche ou la droite.

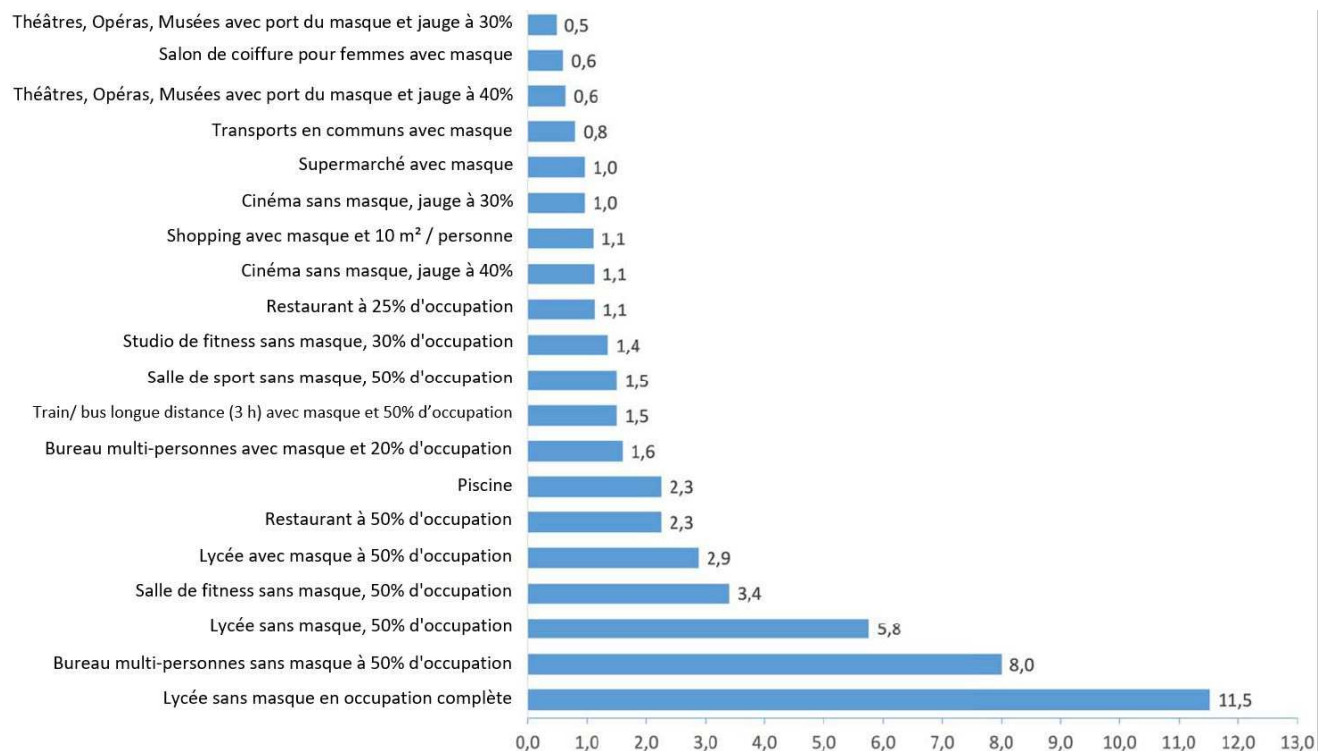


Figure 1 : Représentation comparative de situations caractéristiques de confinement

² A = respect de la distanciation ; H = respect des règles d'hygiène des mains ; A : port du masque quotidien ; L = aération régulière [NdT].

³ Institut fédéral de soutien au travail et de médecine du travail [NdT]

⁴ Agence fédérale de l'environnement [NdT]

Exemple :

Une personne masquée au supermarché présente un risque ≤ 1 . Cela signifie qu'au maximum une personne de plus sera contagieuse dans cette situation. En comparaison, le bureau multi-personnes, avec une occupation réduite de 50% mais sans port de masque sur le lieu de travail, a une valeur de 8. Cela signifie que le risque dans cette situation est 8 fois plus élevé qu'au supermarché.

En revanche, une visite théâtrale dans un lieu de rassemblement avec 30% d'occupation et le port d'un masque en position assise est deux fois moins risquée qu'au supermarché.

Il est possible d'extrapoler les cas présentés dans le figure 1 à n'importe quelle autre situation.

Tableau 1 : Variables utilisées pour la comparaison présentés dans la fig. 1

| Situation de confinement observée | Durée d'exposition en heures | Débit d'aération à pleine charge en m ³ /h/Pers. | Niveau d'activité : Débit respiratoire /Tx d'émission |
|--|------------------------------|---|---|
| Bureau, sans masque, 50% d'occupation | 8 | 30 | II |
| Bureau, avec masque, 50% d'occupation | 8 | 30 | II |
| Lycée sans masque en occupation complète | 6 | 25 | II |
| Lycée sans masque à 50% d'occupation | 6 | 25 | II |
| Lycée avec masque à 50% d'occupation | 6 | 25 | II |
| Transports en communs avec masque | 0,5 | 20 | II |
| Supermarché avec masque | 1 | 25 | III |
| Salon de coiffure pour femmes avec masque | 2 | 20 | II |
| Shopping avec masque et 10 m ² / personne | 2 | 20 | III |
| Restaurant à 50 % d'occupation | 1,5 | 20 | II |
| Restaurant à 25% d'occupation | 1,5 | 20 | II |
| Théâtres, Opéras, Musées avec masque et jauge à 30% | 2 | 30 | II |
| Théâtres, Opéras, Musées avec masque et jauge à 40% | 2 | 30 | II |
| Cinéma sans masque, jauge à 30% | 2 | 30 | II |
| Cinéma sans masque, jauge à 40% | 2 | 30 | II |
| Studio de fitness sans masque, 50% d'occupation | 1,5 | 40 | IV |
| Studio de fitness sans masque, 30% d'occupation | 1,5 | 40 | IV |
| Salle de sport (récréatif) sans masque, 50% d'occupation | 1 | 30 | IV |
| Piscine | 2 | 40 | IV |
| Train/ bus longue distance (3 h) avec masque et 50% d'occupation | | | |

3. Niveaux d'activité :

L'activité physique renforce plus ou moins le niveau d'émission d'air lié à la respiration naturelle, au fait de parler ou de chanter et a une influence sur la quantité émise de particules d'aérosol potentiellement chargées en virus et donc, sur la quantité du volume d'air inhalé par des personnes en bonne santé [1-8, 15].

I : Position couchée, respirer

II : Position assise, debout, respirer, parler

III : Activité corporelle légère, marcher, respirer, parler peu

IV : Activité corporelle marquée, Sport, parler un peu fort

4. Résumé :

Il est possible de prédire les valeurs du R_0 à l'aide du modèle de mesure du risque d'infection [15], en fonction de diverses situations de confinement. En raison de la dynamique des connaissances scientifiques concernant la probabilité d'infection, en particulier des nouveaux variants, cette évaluation comparative des différents lieux, tout en tenant compte des mesures de protection, est une façon d'évaluer les situations quotidiennes. Les barres de la figure 1 ne se déplacent parallèlement vers la gauche ou la droite que lorsque l'évaluation médicale de la contagiosité change.

Références

- [1] A. Córdova and I. Latasa, "Respiratory flows as a method for safely preventing the coronavirus transmission (COVID-19)," *Apunts Sports Medicine*, vol. 55, pp. 81-85, 2020.
- [2] J. Jiang, R. Hanna, M. Willey and A. Rieves, "The measurement of airflow using Singing helmet that allows free movement of the jaw," *Journal of Voice*, vol. 30, no. 6, pp. 641-648, 2016.
- [3] R. Dumond, S. Gastinger, H. Rahman, A. Le Faucheur, P. Quinton, H. Kang and J. Prioux, "Estimation of respiratory volume from thoracoabdominal breathing distances: comparison of two models of machine learning," *European Journal of Applied Physiology*, vol. 117, pp. 1533-1555, 2017.
- [4] Asadi, S.; Wexler, A.S.; Cappa, C.D.; Santiago Barreda, S.; Bouvier, N.M.; Ristenpart, W.D. Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Sci. Rep.* 2019, 9, 2348
- [5] Asadi, S.; Wexler, A. S.; Cappa, C. D.; Barreda, S.; Bouvier, N. M.; Ristenpart, W. D. Effect of voicing and articulation manner on aerosol particle emission during human speech, *PLOSOne* 15(1), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227699>
- [6] Hartmann, A.; Lange, J.; Rotheudt, H.; Kriegel, M. Emission rate and particle size of bioaerosols during breathing, speaking and coughing, PrePrint 10.14279/depositonce-10331
- [7] Morawska, L.; Johnson, G.R.; Ristovski, Z.D.; Hargreaves, M.; Mengersen, K.; Corbett, S.; Chao, C.Y.H.; Li, Y.; Katoshevski, D. Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *J. Aerosol Sci.* 2009, 40, 256–269.
- [8] Gregson, F. K. A.; Watson, N. A.; Orton, C. M.; Haddrell, A. E.; McCarthy, L. P.; Finnie, T. J. R.; Gent, N.; Donaldson, G. C.; Shah, P. L.; Calder, J. D.; Bzdek, B. R.; Costello, D.; Reid, J. P. Comparing the Respirable Aerosol Concentrations and Particle Size Distributions Generated by Singing, Speaking and Breathing, Preprint, ChemRxiv,
- [9] DIN V 18599-10 Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
- [10] EN 13779 Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme

[11] Technische Regeln für Arbeitsstätten, ASR 3.6 Lüftung

[12] Umweltbundesamt: Lüften in Schulen, Empfehlungen des Umweltbundesamtes zu Luftaustausch und effizientem Lüften zur Reduzierung des Infektionsrisikos durch virushaltige Aerosole in Schulen

[13] BAuA, Hrsg., 2020. Infektionsschutzgerechtes Lüften - Hinweise und Maßnahmen in Zeiten der SARS-CoV-2-Epidemie.

[14] Schumann, L.; Lange, J.; Rotheudt, H.; Hartmann, A.; Kriegel, M.; Experimentelle Untersuchung der Leckage und Abscheideleistung von typischen Mund-Nasen-Schutz und Mund-Nasen-Bedeckungen zum Schutz vor luftgetragenen Krankheitserregern, PrePrint 10.14279/depositonce-10857

[15] Kriegel, M.; Buchholz, U.; Gastmeier, P.; Bischoff, P.; Abdelgawad, I. Hartmann, A.; Predicted Infection Risk for Aerosol Transmission of SARS-CoV-2; PrePrint 10.1101/2020.10.08.20209106