

COVID-19 : Environnement intérieur

Questions-Réponses

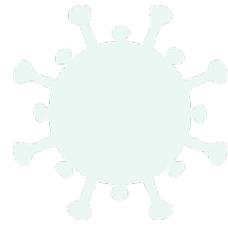
Version 1.2 – Dernière mise à jour le 27 juillet 2020 : les titres des sections modifiées sont en jaune

Ce document vise à faire état des connaissances actuelles sur la viabilité et la transmission du virus SRAS-CoV-2 dans l'environnement intérieur, excluant celui des établissements de santé et des autres milieux de soins. Les éléments de réponses formulés ci-dessous sont basés, dans la majorité des cas, sur la littérature scientifique et technique la plus à jour. Puisque la situation et les connaissances sur le virus SRAS-CoV-2 (COVID-19) évoluent rapidement, les propos formulés dans ce document sont sujets à des mises à jour périodiques. Ce texte ne constitue pas une revue exhaustive de la littérature scientifique, et les termes techniques utilisés s'y trouvant sont ceux retenus par les auteurs cités. Il est par ailleurs à noter que certaines publications scientifiques portant sur la COVID-19 et citées dans ce document ont été diffusées sans avoir encore fait l'objet d'une révision par les pairs.

Les sections mises à jour dans l'actuelle version couvrent la littérature scientifique en lien avec la pandémie publiée jusqu'au 28 juin 2020.

Questions

Sommaire	2
Comment le SRAS-CoV-2 se transmet-il dans l'environnement intérieur?	2
Que sait-on des milieux intérieurs dans lesquels se sont produites les transmissions de la COVID-19?	3
Quels sont les paramètres environnementaux contribuant au maintien de la viabilité du SRAS-CoV-2 dans l'environnement intérieur?	3
Quel est le temps de survie du SRAS-CoV-2 sur les divers types de surfaces?	4
La ventilation des milieux intérieurs influence-t-elle la transmission de la COVID-19?	5
Est-il nécessaire d'appliquer des mesures particulières pour l'entretien et la désinfection des systèmes de ventilation en période de pandémie?	7
La filtration, à titre de mesure d'épuration de l'air, peut-elle s'avérer utile pour atténuer le risque infectieux? ..	7
L'utilisation de la climatisation comporte-t-elle des risques en période de pandémie de COVID-19?	9
L'utilisation des ventilateurs électriques peut-elle contribuer à la dispersion du SRAS-CoV-2 en milieu intérieur?	10
Références	12



Sommaire

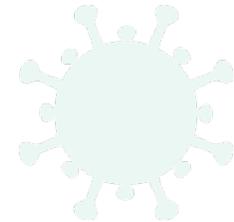
Les thématiques abordées dans le présent document comprennent la transmission du SRAS-CoV-2 dans l'environnement intérieur, excluant les milieux de soins ainsi que les paramètres environnementaux contribuant au maintien de la viabilité du virus à l'intérieur (température et humidité relative) et au temps de survie sur les divers types de surfaces. Le document fait aussi état des liens entre la transmission du virus et les systèmes de ventilation et de climatisation de même que des mesures d'entretien de ces appareils et de l'utilité de la filtration de l'air intérieur. Enfin, le document traite de l'impact de l'utilisation des ventilateurs électriques dans le milieu de l'habitation ou dans les lieux publics sur le potentiel de transmission de la COVID-19. Les données issues de la littérature scientifique permettent de dresser divers constats en vue d'éclairer les occupants, les usagers et les gestionnaires de bâtiments publics et privés quant aux pratiques à adopter en milieu intérieur afin de minimiser les risques de transmission de la COVID-19.

Comment le SRAS-CoV-2 se transmet-il dans l'environnement intérieur?

De façon générale, il est présumé qu'une personne symptomatique infectée par le SRAS-CoV-2 (virus causant la COVID-19) peut générer d'importantes charges virales (ou quantum infectieux) dans l'air intérieur (Buonanno *et al.*, 2020), surtout lorsqu'elle ne respecte pas les mesures d'hygiène respiratoire appropriées. Une telle charge virale peut être dispersée dans l'air intérieur sous forme de particules de diverses tailles qui, en fonction de leur diamètre, de leur densité et de certaines conditions environnementales, demeureront plus ou moins longtemps en suspension dans l'air (Dietz *et al.*, 2020).

Les gouttelettes (particules ≥ 5 micromètres ou μm) que l'on croit actuellement davantage responsables de la transmission de la COVID-19 ne seraient transportées, dans la majorité des cas, que sur une distance de 1 à 2 mètres avant de se déposer sur les surfaces environnantes (Heffernan, 2020; REHVA, 2020; OMS, 2014). Le virus peut aussi être transmis par contact physique de personne à personne (ex. : échange de salive, poignée de main suivie d'un contact avec la bouche, le nez et les yeux). Il peut également être transmis par l'entremise des gouttelettes chargées de virus, qui sont expulsées par la toux, les éternuements ou les postillons d'une personne infectée, puis qui sont inhalées par une autre personne.

Selon Wilson *et al.* (2020) et Lewis (2020), il n'existe pas encore de consensus relativement à une possible transmission par les aérosols (particules de moins de $5 \mu\text{m}$). Jusqu'à tout récemment, en effet, l'air intérieur n'était pas considéré comme un vecteur par lequel le virus pouvait se propager dans l'environnement, puisque le virus peut y être rapidement désactivé. Cependant, de plus en plus d'auteurs sont d'avis que la propagation par des aérosols infectieux est plausible et qu'elle devrait être prise en considération (van Doremalen *et al.*, 2020; Fears *et al.*, 2020; ASHRAE, 2020d; Wathélet, 2020; Morawska et Cao, 2020), notamment lors de l'établissement des mesures préventives. De plus, il est connu que certaines activités en milieux de soins ou interventions médicales faites sur des patients peuvent générer des aérosols susceptibles de contenir une charge virale infectieuse (ex. : bronchoscopie, intubation et extubation trachéale, induction d'expectoration, etc.) (Guo *et al.*, 2020; Wilson *et al.*, 2020; INSPQ, 2020a). Enfin, la transmission du virus pourrait s'effectuer par le biais du contact avec des surfaces contaminées, considérant que le SRAS-CoV-2 montre une certaine stabilité sur divers types de surfaces soumises à des conditions environnementales couramment rencontrées en milieu intérieur. Toutefois, bien que la transmission par contact avec les surfaces doive être considérée comme plausible, Dietz *et al.* (2020) précisent qu'il n'y a jusqu'à présent aucun cas documenté d'infection à la COVID-19 induite par un contact avec des surfaces inertes contaminées.



Que sait-on des milieux intérieurs dans lesquels se sont produites les transmissions de la COVID-19?

Dans une récente étude effectuée en Chine portant sur la transmission de la COVID-19 en milieu intérieur, les flambées (de 3 cas ou plus) les plus fréquentes se sont produites au domicile (254 épisodes), suivi des moyens de transport (108 épisodes) (Qian *et al.*, 2020). Ces résultats suggèrent qu'outre le milieu domiciliaire, les moyens de transport en commun collectifs pourraient constituer un lieu de transmission non négligeable (Qian *et al.*, 2020; Shen *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2020). Par ailleurs, Li *et al.* (2020) ont aussi fait état d'un épisode de transmission d'une infection à la COVID-19 survenu dans une salle à manger d'un établissement de restauration. Park *et al.* (2020) ont également documenté une éclosion dans un centre d'appels de Séoul en Corée du Sud. Quoiqu'ils ne puissent se prononcer de façon précise sur les raisons justifiant ces observations, certains auteurs avancent l'hypothèse selon laquelle les faibles taux de ventilation couplés à une forte densité de passagers ou d'occupants pourraient expliquer ces résultats. D'autres auteurs avancent également que de telles conditions conduiraient à une possible accumulation d'aérosols infectieux dans l'air intérieur de certains milieux (Morawska et Cao, 2020).

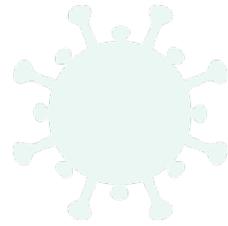
En somme, des épisodes d'infections à la COVID-19 sont susceptibles de survenir dans divers milieux intérieurs. De plus, les modes précis de transmission du SRAS-CoV-2 ne sont pas encore complètement élucidés, et selon les données scientifiques actuelles, les experts ne peuvent exclure une possible transmission par voie aérienne (fines sécrétions respiratoires infectées).

Quels sont les paramètres environnementaux contribuant au maintien de la viabilité du SRAS-CoV-2 dans l'environnement intérieur?

Bien que les virus soient des parasites intracellulaires obligatoires, le SRAS-CoV-2 pourrait résister un certain temps à l'extérieur des cellules infectées, et notamment, dans les milieux intérieurs (REHVA, 2020). La viabilité des virus dans un environnement donné varie notamment en fonction de la température de l'air et de l'humidité relative (HR).

Dietz *et al.* (2020) soulignent que l'atteinte d'une température élevée pourrait engendrer la détérioration de l'enveloppe lipidique des coronavirus et provoquer leur inactivation. En 2010, Casanova *et al.* démontraient, en laboratoire, que les virus appartenant au sous-groupe des SRAS-CoV pouvaient demeurer viables à 4 °C, et ce, jusqu'à 28 jours (sur l'acier inoxydable). La persistance de la viabilité dans le temps (ou temps de survie) diminuait généralement avec l'augmentation de la température. Kampf *et al.* (2020) ont recensé les différentes études portant sur le temps de survie des coronavirus humains sur différents types de surfaces inertes (acier, aluminium, bois, papier, plastique, etc.). Les résultats font notamment ressortir que le temps de survie de certains virus serait moins élevé à 30 °C qu'à 20 °C. Des résultats similaires ont été spécifiquement obtenus en laboratoire au regard du SRAS-CoV-2 par Chin *et al.* (2020) qui ont démontré que la viabilité du virus est optimale à 4 °C et peut aisément persister 7 jours à 22 °C. Cependant, au-delà de 70 °C, le temps d'inactivation n'excède pas 5 minutes.

En ce qui concerne l'HR, Casanova *et al.* (2010) rapportaient que la relation entre l'inactivation des coronavirus, et ce paramètre n'est pas linéaire, contrairement à ce qui est observé pour la température. Ils ont en effet observé un plus grand temps de survie du virus sur les surfaces à 4 °C à de faibles taux d'HR (20 %) qu'à des taux modérés (50 %). Aussi, Chan *et al.* (2011) ont démontré que les virus de ce même sous-groupe pouvaient conserver leur viabilité pendant plus de 5 jours sur les surfaces maintenues à une HR de 40 à 50 % et à une température de 22 à 25 °C.



En ce qui concerne la viabilité des coronavirus à des taux d'HR très élevés (ex. : 80 %), il semble que leur temps de survie soit beaucoup plus long à basse température (4 à 6 °C), qu'à température ambiante – 21 °C (Ijaz *et al.*, 1985; Casanova *et al.*, 2010). Cette observation est également corroborée par Chan *et al.* (2011) qui ont démontré que la viabilité des coronavirus décline rapidement à une température élevée ainsi qu'à une humidité élevée (ex. : 38 °C et HR > 95 %).

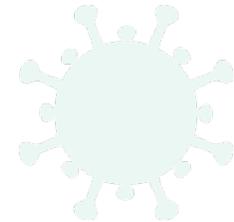
En somme, les conditions de préservation idéales des coronavirus sont une température de 4 °C et une HR de 20 à 40 % (NASEM, 2020b). Ainsi, à la lumière des informations présentées ci-dessus, il s'avère possible que le SRAS-CoV-2 puisse survivre quelques jours en milieu intérieur. Malgré cela, il est toujours recommandé de maintenir les taux d'HR des bâtiments d'habitation à l'intérieur des plages jugées acceptables par Santé Canada (2015), soit environ 30 % en hiver et environ 50 % en été. De tels taux permettent également de maintenir l'intégrité des bâtiments, de limiter la prolifération fongique et d'assurer le confort des occupants.

Quel est le temps de survie du SRAS-CoV-2 sur les divers types de surfaces?

Peu d'études s'étant spécifiquement intéressées au temps de survie du virus SRAS-CoV-2 sur les surfaces ont été recensées à ce jour. Les données expérimentales issues de l'étude de van Doremalen *et al.* (2020) indiquent que le virus pourrait être viable jusqu'à 4 heures sur une surface en cuivre, 24 heures sur du carton, 48 heures sur de l'acier inoxydable et 72 heures sur une surface en polypropylène (une sorte de plastique). Il faut préciser ici que les auteurs ont procédé à l'inoculation des surfaces en laboratoire, procédé qui ne reflète pas le contexte de déposition usuel des gouttelettes éjectées par la toux, l'éternuement ou les postillons. Il est également à noter que les temps de survie documentés par le biais de cette étude ont été évalués en conditions expérimentales (soit à une température de 21 à 23 °C et à une HR de 40 %) sur une période de 7 jours consécutifs. Les résultats obtenus ne sont donc pas nécessairement représentatifs de la variabilité des conditions environnementales potentiellement présentes en milieu intérieur. De plus, ils renseignent peu sur le pouvoir infectieux du virus à l'égard des personnes susceptibles d'y être exposées. À noter que les résultats d'autres études récentes s'intéressant au temps de survie du SRAS-CoV-2 sur les surfaces devraient être publiés prochainement (NASEM, 2020c).

Kampf *et al.* (2020) ont recensé les diverses études portant sur le temps de survie des coronavirus humains sur différents types de surfaces inertes (acier, aluminium, bois, papier, plastique, etc.). Les résultats font notamment ressortir que le temps de survie de certains virus serait moins élevé à 30 °C qu'à 20 °C. Les auteurs concluent que les coronavirus peuvent rester infectieux pendant plusieurs jours à la température de la pièce sur différents types de surfaces inertes. Dietz *et al.* (2020) précisent toutefois que même s'il semble probable que le SRAS-CoV-2 persiste sur des surfaces inertes de quelques heures à quelques jours, selon le type de matériau, il n'y a jusqu'à présent aucun cas documenté d'infection à la COVID-19 induite par un contact avec des surfaces inertes contaminées.

Quoiqu'il en soit, comme le SRAS-CoV-2 possède une certaine stabilité sur divers types de surfaces soumises à des conditions environnementales courantes, la possible transmission par le biais de ces dernières doit être considérée comme plausible. Ceci justifie de ce fait le respect des mesures d'hygiène préconisées par les instances gouvernementales.



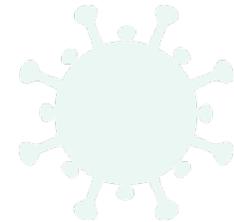
La ventilation des milieux intérieurs influence-t-elle la transmission de la COVID-19?

Il est largement reconnu qu'une ventilation adéquate des milieux intérieurs constitue une mesure de gestion efficace des contaminants de l'air intérieur. La ventilation d'un espace intérieur consiste à extraire l'air intérieur potentiellement vicié d'un milieu donné et à diluer les contaminants s'y trouvant en acheminant de l'air en provenance de l'extérieur vers les aires occupées (Gouvernement du Canada, 2018). La ventilation des milieux intérieurs peut être effectuée à l'aide de systèmes mécaniques centralisés ou encore par l'entremise de fenêtres (ou d'autres types d'ouvertures permettant l'aération naturelle).

De nombreuses études ont démontré que l'augmentation de la ventilation, notamment au moyen de systèmes de ventilation mécanique, peut réduire l'incidence de maladies respiratoires (voir les synthèses de Morawska *et al.*, 2020 et de la CETAF, 2018). Qian et Zheng (2018) ont d'ailleurs fait état du double rôle des systèmes de ventilation dans la lutte contre la transmission des infections respiratoires telles que le SRAS en 2003 et le H1N1 en 2009. En effet, en plus de contribuer à l'extraction et à la dilution des bioaérosols infectieux, les débits d'air frais peuvent être orientés pour prévenir la contamination en générant des courants d'air directionnels ou être ajustés pour engendrer des pressions négatives ou positives dans certaines pièces, selon les besoins (ex. : chambre d'isolement en milieux de soins).

Il semble exister une association entre la ventilation, les mouvements d'air dans les bâtiments et la transmission de certaines maladies infectieuses telles que la rougeole, la tuberculose, la varicelle, l'influenza et le SRAS (Li *et al.*, 2007). En effet, divers problèmes de conception, d'installation, d'entretien et d'utilisation des systèmes de ventilation sont susceptibles d'engendrer des conditions facilitant l'accumulation ou la propagation accrue d'agents pathogènes dans les milieux intérieurs (Correia, *et al.*, 2020). À titre d'exemple, les résultats de l'analyse de cas menée par Almilaji et Thomas (2020) sous-tendent que le système de ventilation et de conditionnement de l'air intérieur présent dans le navire de croisière Diamond Princess pourrait avoir été impliqué dans l'important épisode de transmission de la COVID-19 survenu dans ce navire en février 2020. En effet, selon ces auteurs, le système en question, qui permettait la recirculation d'une certaine proportion de l'air issu des cabines, aurait pu contribuer à propager l'infection. Cette analyse ne fait cependant pas consensus, puisque les résultats d'une autre étude sur le même cas réalisée par Xu *et al.* (2020) n'ont pas permis d'établir de lien entre le système de ventilation du navire et cette éclosion.

Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP), en France, a récemment examiné les risques de transmission du SRAS-CoV-2 par les systèmes de ventilation dans les bâtiments institutionnels, les milieux de soins et les domiciles et concluait qu'il n'existe pas d'études prouvant une transmission possible du virus par ces systèmes (HCSP, 2020a). Bien que, d'un point de vue théorique, le risque de dispersion des particules virales par l'intermédiaire d'un système de ventilation (qui, par exemple, entraînerait la recirculation d'une fraction de l'air vicié) ne peut être complètement écarté (NASEM, 2020a; Dietz, 2020; CCNSE, 2020; Beggs, 2020; ECDC, 2020), certains organismes soutiennent que cette éventualité s'avère peu probable (REVHA, 2020a; 2020b). En effet, une possible dispersion est en fait étroitement associée à la potentialité d'aérosolisation de l'agent viral et à la conservation de son pouvoir infectieux à l'intérieur des conduits de ventilation et de conditionnement de l'air intérieur. Or, les gouttelettes contenant une importante charge virale sont généralement plus lourdes que l'air et sont rapidement entraînées vers le sol par gravité. Dans la majorité des bâtiments résidentiels et commerciaux, la capacité d'aspiration des systèmes de ventilation n'est pas suffisante pour contrer le dépôt rapide des gouttelettes infectieuses dans l'environnement intérieur (ASHRAE, 2020d; CETAF, 2020), lesquelles sont jugées prédominantes dans le processus de transmission de la COVID-19 (OMS, 2020). Il faut noter que le maintien du potentiel infectieux des aérosols de même que leur rôle dans la transmission de la COVID-19 demeurent des sujets faisant encore l'objet de débats au sein de la communauté scientifique (Jayaweera *et al.*, 2020).



Selon les organisations reconnues, il importe d'assurer une ventilation adéquate des bâtiments lorsque des personnes infectées y résident, peu importe le type d'habitation (CDC, 2020a; ASHRAE, 2020a; ACSP, 2020; ECDC, 2020). L'ASHRAE précise d'ailleurs que la transmission du SRAS-CoV-2 par voie aérienne est suffisamment plausible pour justifier l'adoption de mesures de ventilation préventives afin de limiter l'exposition au virus par cette voie (ASHRAE, 2020c, 2020f, 2020g). Sous l'angle de la prudence, l'Agence de la santé publique du Canada (ACSP) précise d'ailleurs que les stratégies d'atténuation du risque relevant de l'ingénierie (dont le maintien d'une ventilation efficace) devraient être mises en place en complémentarité avec les mesures de distanciation physique (ACSP, 2020; Morawska *et al.*, 2020; ASHRAE, 2020c).

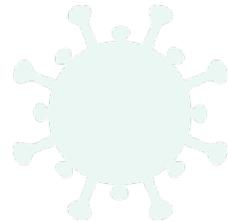
Ces recommandations s'appuient notamment sur les conclusions complémentaires, mais cohérentes, d'un nombre croissant d'études portant sur la dynamique des aérosols infectieux en milieux intérieurs. Celles-ci témoignent de la pertinence d'appliquer une ventilation optimisée des milieux densément occupés à titre de mesure complémentaire d'atténuation du risque infectieux associé à l'exposition au SRAS-CoV-2. En effet, les conclusions des récentes analyses quantitatives (simulations numériques) menées par Beggs *et al.* (2020), Buonanno *et al.* (2020), Dai et Zhao (2020), Evans (2020) et Miller *et al.* (2020); l'étude en laboratoire de Somsen *et al.* (2020) et les revues de la littérature de Morawska *et al.* (2020) et d'Amoatey *et al.* (2020) mettent toutes l'accent sur l'importance d'assurer la bonne ventilation de ce type de milieux afin de minimiser les risques de transmission de la COVID-19.

Quelques mesures pratiques à observer en lien avec la ventilation en période de pandémie

Le CCNSE (2020), la REHVA (2020a, 2020b), l'ASHRAE (2020d), le MSS (2020), l'ECDC (2020) et certains chercheurs tels qu'Allen et Marr (2020) recommandent d'appliquer une série de mesures préventives dans les immeubles ventilés mécaniquement afin d'éviter le transfert de l'air d'une pièce potentiellement occupée par une personne infectée et de réduire la concentration de particules infectieuses dans d'autres pièces du bâtiment. Ces mesures consistent notamment à :

- ▶ augmenter le débit d'apport d'air frais et d'extraction d'air vicié;
- ▶ éviter d'utiliser le mode recirculation de l'air du système de ventilation;
- ▶ employer un filtre MERV 13 (*Minimum Efficiency Reporting Value*) ou à efficacité plus élevée si l'air doit tout de même être recirculé;
- ▶ éviter les stratégies d'économie d'énergie (ex. : ventilation sur demande contrôlée par une minuterie ou par la concentration de CO₂);
- ▶ maintenir la ventilation à bas régime en période d'inoccupation du bâtiment au lieu de l'interrompre complètement;
- ▶ veiller à ce que la pressurisation (pression positive) des couloirs, s'il y a lieu, soit suffisante, afin d'éviter que l'air des appartements se diffuse dans le couloir central commun. Une telle pressurisation devrait d'ailleurs être maintenue 24 heures sur 24.

En marge de ces mesures générales, il est recommandé que toute personne infectée réside en tout temps dans une seule pièce du domicile et que cette pièce soit idéalement isolée du reste de l'habitation, en maintenant la porte de cette même pièce fermée (HCSP, 2020a; MSS, 2020). De plus, cette pièce devrait être ventilée en tout temps, idéalement au moyen d'un système de ventilation centralisé (ou échangeur d'air), 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 (ASHRAE, 2020b; REHVA, 2020a; MSS, 2020), ou bien en augmentant, lorsque cela est possible, la fréquence et la durée d'ouverture des fenêtres (minimalement 3 fois par jour et pour une durée d'ouverture minimale de 15 minutes); ceci en particulier pendant les épisodes de forte émission de gouttelettes (ex. : quintes de toux ou éternuements fréquents) par la personne infectée (CDC, 2020a; ACSP, 2020; REHVA, 2020a; MSS, 2020).



Est-il nécessaire d'appliquer des mesures particulières pour l'entretien et la désinfection des systèmes de ventilation en période de pandémie?

De façon générale, plusieurs organismes recommandent de ventiler adéquatement l'ensemble des espaces intérieurs occupés et de vérifier le bon fonctionnement du système de ventilation centralisé, le cas échéant (HCSP, 2020a; CCNSE, 2020; ASHRAE, 2020d; Bahnfleth *et al.*, 2020).

De plus, il est recommandé en cette période de pandémie :

- ▶ d'effectuer la maintenance annuelle des systèmes commerciaux de ventilation mécanique (en se référant notamment à la norme *ASHRAE 180-2018* concernant la pratique standard pour l'inspection et la maintenance des systèmes de CVC commerciaux, aux directives du fabricant ou aux guides appropriés – ex. : guide sur l'entretien de systèmes de ventilation en milieu scolaire¹; guide de prévention contre la prolifération microbienne dans les systèmes de ventilation²);
- ▶ de veiller à ce que les registres (grilles) de ventilation ne soient pas obstrués par des objets ou par des accumulations excessives de poussières ou d'autres détritux;
- ▶ de vérifier le bon fonctionnement de toutes les composantes mécaniques et électriques du système;
- ▶ de s'assurer de la propreté des filtres en place.

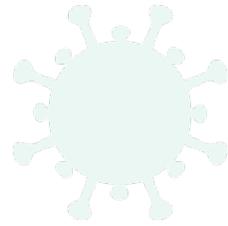
Enfin, comme les informations actuellement disponibles dans la littérature indiquent qu'il semble peu probable que la charge virale conserve son pouvoir infectieux à travers les conduits des systèmes de ventilation et de conditionnement de l'air intérieur, il n'est pas considéré comme nécessaire d'appliquer des mesures de désinfection des conduits de ventilation (Ezratty et Squinazi, 2008). La REHVA (2020a) précise quant à elle que les systèmes de ventilation ne sont pas considérés comme une source de contamination, surtout si les stratégies pouvant interrompre la ventilation (telles les stratégies d'économie d'énergie et de ventilation sur demande contrôlée par une minuterie ou des capteurs de CO₂) sont désactivées et qu'il n'y a pas de recirculation d'air vicié. Les virus, adsorbés ou non sur des microparticules, se déposeront sur la surface des conduits ou seront expulsés à l'extérieur du bâtiment. Par ailleurs, étant des parasites obligatoires, les virus ne se multiplient pas au contact des surfaces de conduits de ventilation humides ou riches en matière organique comme peuvent le faire certaines bactéries et moisissures (IRSST, 1994).

1 : http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/reseau/Guide_Entretien_systemes_ventilation.pdf

2 : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PublIRSST/RG-088.pdf?v=2020-07-27>

La filtration, à titre de mesure d'épuration de l'air, peut-elle s'avérer utile pour atténuer le risque infectieux?

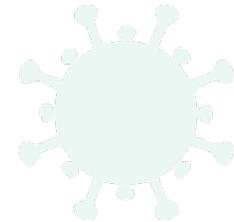
Comme les principaux modes de transmission reconnus du SRAS-CoV-2 sont la dispersion de gouttelettes expectorées et les contacts directs de personne à personne, les divers types d'appareils et de dispositifs d'épuration de l'air intérieur (dont ceux comprenant des filtres à particules) ne peuvent pas être considérés comme une solution unique pour contrer la dispersion du virus. En effet, bien qu'un dispositif d'épuration muni d'un filtre HEPA puisse contribuer à réduire la concentration de particules virales dans l'air intérieur, il ne peut pas empêcher la transmission du SRAS-CoV-2 par les gouttelettes, lesquelles se déposent rapidement sur les surfaces, et encore moins la transmission par les contacts entre personnes (Heffernan, 2020).



Bien que la taille du SRAS-CoV-2 varie de 0,06 à 0,140 μm (Casella *et al.*, 2020), les particules chargées de virus, qui se dispersent dans l'air ambiant sont généralement constituées d'un mélange complexe de divers constituants organiques et inorganiques (eau, sels, lipides, protéines, bactéries, autres virus, etc.), ce qui leur confère une taille excédant largement le diamètre du virus lui-même (Verreault *et al.*, 2008; Dietz *et al.*, 2020). Dietz *et al.*, (2020) précisent également que la taille des particules virales dicte leur capacité à demeurer en suspension dans l'air ambiant (en effet, plus elles sont de taille importante, plus elles se déposent rapidement), et que la taille de celles-ci évoluerait dans le temps et dans l'espace en fonction des conditions ambiantes. Dans certaines circonstances, les particules auraient ainsi tendance non seulement à s'agglomérer (par le biais de l'influence concourante de diverses forces : convection, diffusion, impaction, attraction électrostatique, etc.), mais aussi à se contracter et à s'assécher lorsque le taux d'humidité relative de l'air ambiant est très faible (Verreault *et al.*, 2008 ; Dietz *et al.*, 2020). Jusqu'à présent, le SRAS-CoV-2 a tout de même été observé, en milieu intérieur, dans des particules aérosolisées dont la taille était comprise entre 0,25 et 0,5 μm (Dietz *et al.*, 2020).

Quoique les filtres généralement utilisés dans les systèmes de ventilation et de conditionnement de l'air intérieur (MERV 5 à 12) ne soient pas conçus pour retenir des particules de 0,3 μm , ceux-ci offriraient tout de même un certain pouvoir de captation des particules virales présentes dans l'air intérieur. Selon plusieurs auteurs, l'usage de filtres à haute efficacité (MERV 13 et +) et à très haute efficacité (de type HEPA, lesquels permettent de retenir plus de 99,9 % des particules de 0,3 μm) pourrait constituer une option d'intérêt dans certaines circonstances (ex. : lorsque les débits d'air frais requis ne peuvent pas être atteints ou maintenus ; à proximité d'une personne infectée), pour réduire la dispersion d'agents pathogènes dans l'environnement intérieur (Allen et Marr, 2020; Dietz *et al.*, 2020; ASHRAE, 2020d; Evans, 2020). Cette mesure d'atténuation demeure toutefois difficile à appliquer dans les systèmes et les unités de ventilation en place, compte tenu des coûts énergétiques très élevés que leur ajout entraîne – ex. : charge statique supplémentaire – et des contraintes techniques inhérentes à ce type de filtres – ex. : installation, inspection et entretien (Ezraty et Squinazi, 2008; INSPQ, 2019; CCNSE, 2020; Evans, 2020). Par ailleurs, en France, le ministère des Solidarités et de la Santé (MSS, 2020) demeure prudent au sujet de l'efficacité de tels dispositifs dans le contexte de l'actuelle pandémie en précisant que la Direction de l'Évaluation des Risques de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) n'est pas en mesure d'assurer l'efficacité ou l'innocuité des dispositifs commercialisés.

En dépit des contraintes associées au déploiement de filtres à particules dans l'actuel contexte, l'ASHRAE (2020a ; 2020d), Nardell et Nathavitharana (2020), Morawska *et al.* (2020) et REHVA (2020a) soulignent que les dispositifs de filtration mobiles (unités portables) ou intégrés à des systèmes centralisés, correctement sélectionnés, déployés et entretenus, peuvent s'avérer efficaces pour réduire les concentrations d'aérosols infectieux de l'air intérieur. L'ASHRAE a d'ailleurs publié une série de recommandations concernant spécifiquement l'installation et l'entretien des filtres dans les systèmes de ventilation mécanique centralisés (HVAC) ou intégrés dans des unités portables en période de pandémie (ASHRAE, 2020h, 2020i). L'application de telles recommandations est essentielle, car une étude de cas effectuée en Corée par Ham (2020) rapporte que le flux d'air généré par les appareils de filtration portables a pu contribuer à disperser les gouttelettes infectieuses générées par des occupants infectés installés dans le panache d'air sortant. Ce cas fait notamment ressortir l'importance de gérer convenablement le flux d'air sortant de l'appareil en s'assurant que celui-ci ne soit pas dirigé vers le visage des occupants. En somme, la filtration pourrait être considérée comme une mesure de protection complémentaire utile, entre autres lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre les taux d'échange d'air requis.



L'utilisation de la climatisation comporte-t-elle des risques en période de pandémie de COVID-19?

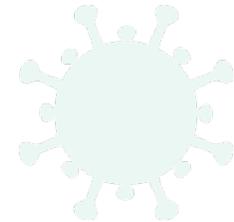
Il existe à l'heure actuelle peu d'informations concernant l'impact des dispositifs de climatisation sur la dispersion du SRAS-CoV-2 dans les milieux intérieurs (AHS, 2020). Or, il semble que leur utilisation pourrait tout de même comporter certains risques, puisque le processus de climatisation entraîne généralement la recirculation de l'air intérieur et génère un flux d'air froid susceptible de contribuer à la dispersion du virus. L'usage de la climatisation est toutefois considéré comme une méthode de rafraîchissement adéquate dans le contexte actuel lorsque certaines précautions sont prises.

Globalement, les systèmes de climatisation, qui ont pour rôle de refroidir l'air intérieur en vue d'assurer le confort thermique des occupants, sont des appareils largement utilisés lors des périodes de chaleur. Le mode de fonctionnement de ces dispositifs implique une recirculation de l'air intérieur permettant un transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur sans toutefois introduire d'air provenant de l'extérieur (ECDC, 2020; Saran *et al.*, 2020; Arora, 2012). Ainsi, en l'absence d'une ventilation concomitante et adéquate des lieux, la climatisation peut contribuer à augmenter la concentration des contaminants usuellement générés en milieu intérieur (ECDC, 2020; Morawska *et al.*, 2020). En outre, le processus de climatisation génère des conditions environnementales potentiellement propices à la survie des virus (Chan *et al.*, 2011). En effet, des températures ambiantes plus fraîches et un air plus sec pourraient contribuer à la stabilité des particules virales en milieu intérieur (Chin *et al.*, 2020; NASEM, 2020b). Enfin, il faut souligner que les dispositifs de climatisation ne sont pas conçus pour assurer l'épuration de l'air intérieur, les filtres disposés en amont de la prise d'air de l'appareil servant essentiellement à protéger les composantes internes du climatiseur des particules grossières qui pourraient s'y introduire.

Parmi les rares documents recensés traitant de la climatisation dans le contexte actuel de pandémie, l'étude de Shen *et al.* (2020) fait état de possibles cas de transmission de la COVID-19 dans un autobus muni d'un système de climatisation (sans apport d'air extérieur), transportant notamment une personne infectée. Dans cette étude de cas, la proportion de passagers ayant contracté la COVID-19 dans l'autobus était de 34 % (et ce, indépendamment de la distance avec le passager infecté). Sur la base de ces résultats, les auteurs émettent l'hypothèse que, dans un tel environnement fermé où se trouve un individu infecté, le flux d'air généré par le système de climatisation a pu faciliter la propagation du virus par voie aérienne (aérosols). Les auteurs soulignent toutefois que la possibilité d'une transmission par contact étroit (gouttelettes) avec la personne infectée de même que celle d'une transmission par d'autres sources d'infections (fomites) ne peuvent être complètement écartées.

Par ailleurs, l'étude de Lu *et al.* (2020), portant sur un établissement climatisé de restauration densément occupé, a été abondamment citée. Dans cette autre étude de cas, les auteurs rapportent que le flux d'air engendré par l'usage de l'appareil aurait facilité la transmission de la COVID-19 en propulsant les particules infectieuses expectorées par un client infecté installé à proximité de l'appareil. Selon Saran *et al.* (2020) et Morawska *et al.* (2020), la direction et la puissance du flux d'air engendré par les dispositifs de climatisation seraient des paramètres importants à considérer, puisqu'ils pourraient théoriquement contribuer à disperser les particules virales expectorées par un individu infecté au-delà de 2 mètres (HCSP, 2020b). Dans cette optique, lorsqu'un système de climatisation est employé, il importe de ne pas diriger le flux d'air généré par ce système en direction des occupants (ECDC, 2020; INSPQ, 2020b, 2020c).

Malgré les préoccupations soulevées par ces auteurs, l'utilisation d'un appareil de climatisation demeure une option d'intérêt pour maintenir le confort thermique des occupants lors des vagues de chaleur. L'ASHRAE rapporte d'ailleurs que l'interruption de la climatisation en période de chaleur peut occasionner un stress thermique aux occupants (ASHRAE, 2020e), une telle condition étant susceptible d'engendrer des effets délétères sur la santé (ex. : déshydratation, hyperthermie, coup de chaleur), notamment chez les populations



vulnérables (Parsons, 2014; Bélanger *et al.*, 2019). Par ailleurs, dans le but d'extraire les contaminants de l'air intérieur, les organismes compétents recommandent, que le milieu soit climatisé ou non, d'appliquer en tout temps une ventilation optimisée des lieux (soit en ouvrant plus fréquemment les fenêtres ou en utilisant le système de ventilation mécanique en continu lorsqu'il est présent), et ce, sans égard au type d'habitation ou d'usage des lieux (CDC, 2020a; ASHRAE, 2020a; ECDC, 2020; REHVA, 2020a). En somme, dans un contexte de pandémie, lorsque la climatisation est utilisée, il demeure important d'assurer un apport d'air provenant de l'extérieur (Morawska *et al.*, 2020; The University of Sydney, 2020), et ce, de façon continue ainsi que de s'assurer que le flux d'air produit par l'appareil ne soit pas dirigé vers les occupants (ECDC, 2020; INSPQ, 2020b; INSPQ, 2020c).

Quelques mesures pratiques à observer lorsque la climatisation est utilisée en période de pandémie

Il est recommandé :

- ▶ d'assurer un apport d'air provenant de l'extérieur de façon continue afin de ventiler adéquatement les lieux (soit en ouvrant les fenêtres ou en utilisant le système de ventilation mécanique lorsqu'il est présent);
- ▶ de ne pas diriger le flux d'air produit par l'appareil vers les occupants;
- ▶ d'entretenir adéquatement et régulièrement l'appareil de climatisation (notamment en assurant la propreté des filtres) selon la recommandation du fabricant.

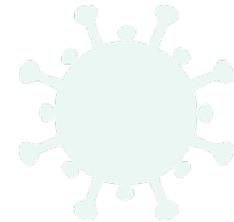
L'utilisation des ventilateurs électriques peut-elle contribuer à la dispersion du SRAS-CoV-2 en milieu intérieur?

Les ventilateurs électriques, de type axial ou centrifuge, sont des appareils munis d'un moteur et de pales conçus pour créer des courants d'air destinés à améliorer le confort des occupants. À l'instar des climatiseurs, les ventilateurs électriques n'introduisent pas d'air provenant de l'extérieur (INSPQ, 2020b).

À la lumière des informations actuellement disponibles, il semble plausible que les ventilateurs électriques, au même titre que d'autres appareils générant des flux d'air, contribuent à la dispersion de gouttelettes contenant du SRAS-CoV-2 en présence de personnes infectées, que celles-ci soient symptomatiques ou non. Toutefois, aucune étude établissant un lien entre l'usage des ventilateurs électriques (sur pied, de plafond, muraux, etc.) et la dispersion du SRAS-CoV-2 dans l'air intérieur n'a été recensée lors du présent survol de la littérature scientifique.

Il est reconnu qu'une personne infectée (symptomatique ou non) peut générer un panache de particules infectieuses dans son environnement immédiat si elle n'applique pas les mesures d'hygiène et l'étiquette respiratoire appropriées (Dietz *et al.*, 2020). Alors que les gouttelettes les plus lourdes se déposent rapidement dans un rayon approximatif de 1 à 2 mètres, le maintien du caractère infectieux des microgouttelettes aérosolisées dépend de nombreux facteurs environnementaux, lesquels ne font pas encore consensus (Jayaweera *et al.*, 2020). Dans ce contexte, l'emploi d'un ventilateur électrique à proximité d'une personne infectée pourrait théoriquement étendre le panache de dispersion des gouttelettes et surtout des aérosols expectorés au-delà de 2 mètres, et contribuer à la transmission de la COVID-19 si d'autres personnes se trouvent dans le couloir d'air ainsi généré. Il faut rappeler que seules quelques études de cas récentes ont fait état de l'influence possible de la circulation forcée de l'air sur la transmission de la COVID-19 en milieu intérieur, que ce soit par l'intermédiaire d'épurateurs d'air portatifs (Ham, 2020) ou de climatiseurs muraux (Lu *et al.*, 2020).

En contexte de fortes chaleurs, les ventilateurs électriques sont souvent employés afin d'améliorer le confort thermique des individus dans les bâtiments ne disposant pas de climatiseurs ou d'espaces climatisés.



Quoique, selon certains auteurs, les ventilateurs électriques puissent avoir un impact positif sur le confort thermique (Jay *et al.*, 2015), leur efficacité à température élevée (> 35 °C) ne serait pas clairement démontrée (Jay *et al.*, 2015; Bustinza et Demers-Bouffard, 2019). En effet, « à de telles températures, ils pourraient accélérer l'assèchement et la déshydratation (Gagnon et Crandall, 2017). Dès lors, il est nécessaire d'insister sur la nécessité de s'hydrater adéquatement en consommant fréquemment de l'eau » (INSPQ, 2020b).

Dans un avis récent sur l'utilisation des ventilateurs électriques, l'INSPQ précise qu'une telle pratique pourrait être acceptable pour maintenir et améliorer le confort thermique des individus présents dans certains milieux - ex. : écoles, services de garde (INSPQ, 2020b). Toutefois, dans le cadre de la pandémie, leur usage va de pair avec une évaluation et un suivi de la situation épidémiologique générale et une évaluation du risque local, en plus de devoir respecter certains principes directeurs pour leur utilisation - assurer et maintenir la ventilation adéquate des lieux, assurer l'entretien approprié des appareils et orienter les flux d'air loin du visage des individus (INSPQ, 2020b). Dans un autre avis de l'INSPQ concernant les milieux de soins, il est proposé d'avoir recours à un déflecteur ou à un écran dans l'éventualité où le flux d'air ne pourrait pas être dirigé loin du visage des occupants, pratique qui pourrait être transposable dans les autres types de milieux intérieurs (INSPQ, 2020c).

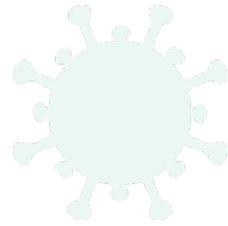
Divers autres organismes et gouvernements ont énoncé des recommandations quant à l'utilisation de ces appareils. Le Global Heat Health Information Network (GHHIN) mentionne que les ventilateurs électriques sont sécuritaires lorsqu'ils sont utilisés dans une pièce à occupation simple, mais qu'ils devraient être évités dans les lieux collectifs où plusieurs personnes sont présentes (GHHIN, 2020). Toutefois, cet organisme précise que, si les ventilateurs doivent être employés, il importe d'augmenter l'échange d'air avec l'extérieur et d'éviter de diriger le flux d'air d'une personne vers une autre.

En France, le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) et le ministère des Solidarités et de la Santé (MSS) indiquent également que « le ventilateur individuel pour une personne seule dans une pièce ne pose pas de problème » (HCSP, 2020b), mais que celui-ci devrait être arrêté avant qu'une autre personne ne pénètre dans la pièce (HCSP, 2020b; MSS, 2020). De plus, ils précisent que « dans les espaces collectifs de petit volume, clos ou [partiellement] ouverts, l'utilisation de ventilateur à visée de brassage/rafraîchissement de l'air en cas d'absence de climatisation est contre-indiquée dès que plusieurs personnes sont présentes dans cet espace (notamment salle de classe, établissements pour personnes âgées...), même porteuses de masques, si le flux d'air est dirigé vers les personnes » (HCSP, 2020b).

Le Bureau de santé de l'est de l'Ontario (BSEO) et la Toronto Public Health mentionnent que, dans les centres de refroidissement communautaires (ou haltes fraîcheur) possédant des ventilateurs de plafond, ceux-ci devraient être opérés de façon à générer un flux d'air ascendant (en inversant le sens de rotation des pales); quant aux chaises présentes dans ces lieux, elles devraient être disposées loin des flux d'air générés par les appareils en place (BSEO, 2020; Toronto Public Health, 2020).

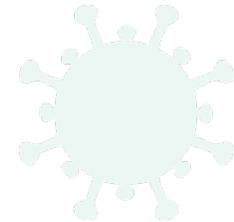
En somme, en période de pandémie, le ventilateur électrique peut être utilisé en suivant certaines mesures de précaution de base :

- ▶ Toutes les pièces habitées d'un bâtiment doivent être ventilées adéquatement (avec apport d'air extérieur) en tout temps.
- ▶ Un entretien adéquat et régulier des ventilateurs électriques doit être effectué selon les consignes du fabricant.
- ▶ Le flux d'air généré par le ventilateur électrique ne doit pas être orienté vers les occupants; si cela est impossible, il est possible d'utiliser un déflecteur ou un écran.
- ▶ Si un ventilateur électrique est employé en présence d'une personne infectée ou suspectée d'être infectée par la COVID-19, cette dernière devrait être seule dans une pièce bien ventilée. De plus, le flux du ventilateur électrique ne devrait pas être dirigé vers la porte de la pièce.



Références

- ACSP. (2020). Community-based measures to mitigate the spread of coronavirus disease (COVID-19) in Canada. En ligne : <https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/2019-novel-coronavirus-infection/health-professionals/public-health-measures-mitigate-covid-19.html>
- AHS. (2020). Rapid Review: Risk of Transmission from HVAC Systems. En ligne : <https://www.albertahealthservices.ca/assets/info/ppih/if-ppih-covid-19-sag-risk-transmission-hvac-systems-rapid-review.pdf>
- Allen, J.G. et Marr, L.C. (2020). Recognizing and controlling airborne transmission of SARS-CoV-2 in indoor environments En ligne : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32557915/>
- Almilaji, O. et Thomas, P.W. (2020). Air recirculation role in the infection with COVID-19, lessons learned from Diamond Princess cruise ship. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.07.08.20148775v1>
- Amoatey, P., Omidvarborna, H., Said Baawain, M. et Al-Mamuna, A. (2020). Impact of building ventilation systems and habitual indoor incense burning on SARS-CoV-2 virus transmissions in Middle Eastern countries. En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7215150/>
- Arora, R. C. (2012). *Refrigeration and Air Conditioning*. Delhi : PHI Learning Private Limited.
- ASHRAE. (2020a). ASHRAE Resources Available to Address COVID-19 Concerns. En ligne : <https://www.ashrae.org/about/news/2020/ashrae-resources-available-to-address-covid-19-concerns>
- ASHRAE. (2020b). Guidance for Building Operations During the COVID-19 Pandemic. En ligne : <https://www.ashrae.org/news/ashraejournal/guidance-for-building-operations-during-the-covid-19-pandemic>
- ASHRAE. (2020c). ASHRAE Issues Statements on Relationship Between COVID-19 and HVAC in Buildings. En ligne : <https://www.ashrae.org/about/news/2020/ashrae-issues-statements-on-relationship-between-covid-19-and-hvac-in-buildings>
- ASHRAE. (2020d). ASHRAE Position Document on Airborne Infectious Diseases. En ligne : <https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/airborne-infectious-diseases.pdf>
- ASHRAE. (2020e). ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols. En ligne : https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_infectiousaerosols_2020.pdf
- ASHRAE. (2020f). Pandemic COVID-19 and Airborne Transmission. En ligne : <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/eiband-airbornetransmission.pdf>
- ASHRAE. (2020g). Does ASHRAE's guidance agree with guidance from WHO and CDC? En ligne : <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/does-ashrae-s-guidance-agree-with-guidance-from-who-and-cdc.pdf>
- ASHRAE. (2020h). Filtration/Disinfection. En ligne : <https://www.ashrae.org/technical-resources/filtration-disinfection#modes>
- ASHRAE. (2020i). Residential. En ligne : <https://www.ashrae.org/technical-resources/residentialnew#forced>



Bahnfleth, W., Knight, D., Conlan, W. et Yates, A. (2020). The ASHRAE's epidemic task force & ASHRAE guidance for protecting building occupants from COVID-19 and other infectious diseases. En ligne : <https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/house-eandc-staff-briefing-final-05-18-2020.pdf>

Beggs, C.B. (2020). Is there an airborne component to the transmission of COVID-19?: A quantitative analysis study. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.22.20109991v1.full.pdf>

Bélangier, D., Gosselin, P., Bustinza, R. et Campagna, C. (2019). *Changements climatiques et santé : prévenir, soigner et s'adapter*. Québec : Presses de l'Université Laval.

BSEO. (2020). Lignes directrices à l'intention des centres de refroidissement communautaires pendant la COVID-19. Bureau de santé de l'est de l'Ontario. En ligne : <https://eohu.ca/fr/covid/lignes-directrices-a-l-intention-des-centres-de-refroidissement-communautaires-pendant-la-covid-19>

Buonanno, G., Stabile, L. et Morawska L. (2020). Estimation of airborne viral emission: quanta emission rate of SARS-CoV-2 for infection risk assessment. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.12.20062828v1>

Bustinza, R. et Demers-Bouffard, D. (2019). Indicateurs en lien avec les vagues de chaleur et la santé de la population : mise à jour. Institut national de santé publique du Québec. En ligne : https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2650_indicateurs_vagues_chaleur_sante_population.pdf

Casanova L., Jeon, S. Rutala, W. A., Weber, D. J., et Sobsey, M. D. (2010). Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2863430/>

Cascella, M., Rajnik, M., Cuomo, A., Dulebohn S. C. et Di Napoli, R. (2020). Features, Evaluation and Treatment Coronavirus (COVID-19). En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>

CCNSE. (2020). COVID-19 Precautions for Multi-unit Residential Buildings. En ligne : <http://www.ncceh.ca/documents/guide/covid-19-precautions-multi-unit-residential-buildings>

CDC. (2020a). Preventing the Spread of Coronavirus Disease 2019 in Homes and Residential Communities. En ligne : <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/guidance-prevent-spread.html>

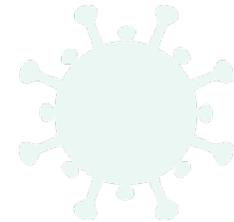
CETAF. (2018). L'impact de la ventilation sur la santé et la performance des occupants. En ligne : <https://cetaf.qc.ca/nouvelles-et-evenements/impact-ventilation-sante-performance/>

CETAF. (2020). Coronavirus (COVID-19). En ligne : <https://cetaf.qc.ca/wp-content/uploads/2020/03/coronavirus1-003.pdf>

Chan, K. H., Peiris, J. S., Lam, S. Y., Poon, L. L., Yuen, K. Y. et Seto, W. H. (2011). The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus. En ligne : <https://europepmc.org/article/med/22312351>

Chin, A. W. H., Chu, J. T. S., Perera, M. R. A., Hui, K. P. Y., Yen, H., Chan, M. C. W., Peiris, M. et Poon, L. L. M. (2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666524720300033?via%3Dihub>

Correia, G., Rodrigues, L. Gameiro da Silva, M. et Gonçalves, T. (2020). Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission. En ligne : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030698772030801X>



Dai, H. et Zhao, B. (2020). Association of infected probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces: a Wells-Riley equation based investigation. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.21.20072397v1>

Dietz, L., Horve, P. F., Coil, D. A., Fretz, M., Eisen, J. A. et Van Den Wymelenberg, K. (2020). 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission. En ligne : <https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>

ECDC. (2020). Heating, ventilation and air conditioning systems in the context of COVID-19. En ligne : <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Ventilation-in-the-context-of-COVID-19.pdf>

Evans, M.J. (2020). Avoiding COVID-19: Aerosol Guidelines. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.21.20108894v3.full.pdf+html>

Ezratty et Squinazi. (2008). Virus influenza pandémique à l'intérieur des bâtiments : quel risque de transmission par les systèmes de ventilation ou de climatisation? En ligne : https://www.jle.com/fr/revues/ers/e-docs/virus_influenza_pandemique_a_linterieur_des_batiments_quel_risque_de_transmission_par_les_systemes_de_ventilation_ou_de_clim_278247/article.phtml

Fears, A. C., Klimstra, W. B., Duprex, P., Hartman, A., Weaver, S. C., Plante, K. C., Mirchandani, D. , Plante, J. A., Aguilar, P. V., Fernández, D., Nalca A., Totura, A., Dyer, D., Kearney, B., Lackemeyer, M., Bohannon, J. K., Johnson, R., Garry, R. F., Reed, D. S. et Roy C.J. (2020). Comparative dynamic aerosol efficiencies of three emergent coronaviruses and the unusual persistence of SARS-CoV-2 in aerosol suspensions. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.13.20063784v1.full.pdf>

Gagnon, D. et Crandall, C.G. (2017). Electric fan use during heat waves: Turn off for the elderly? Comment on: Ravanelli NM, Jay O. Electric fan use in heat waves: Turn on or turn off? Temperature, Vol. 4, no. 2, 104-106. <https://doi.org/10.1080/23328940.2017.1295833>.

GHIN. (2020). Q&A: Do air conditioning and ventilation systems increase the risk of virus transmission? If so, how can this be managed? Global Heat Health Information Network. En ligne : <http://www.ghin.org/heat-and-covid-19/ac-and-ventilation>

Gouvernement du Canada. (2018). La ventilation et le milieu intérieur. En ligne : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/ventilation-milieu-interieur.html>

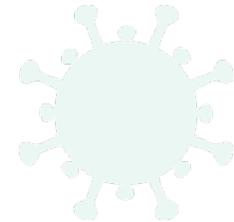
Guo, Z., Wang, Z., Zhang, S., Li, X., Li, L., Li, C., Cui, Y., Fu, R., Dong, Y., Chi, X., Zhang, M., Liu, K., Cao, C., Liu, B., Zhang, K., Gao, Y., Lu, B. et Chen, W. (2020). Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. En ligne : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0885_article

Ham. (2020). Prevention of Exposure and Dispersion of COVID-19 Using Air Purifiers: Challenges and Concerns. En ligne : <https://www.e-epih.org/journal/view.php?number=1088>

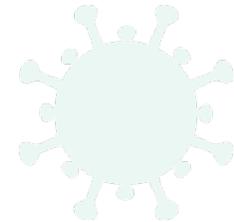
HCSP. (2020a). Avis relatif à la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par la ventilation et à la gestion des effluents des patients COVID-19. En ligne <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=783>

HCSP. (2020b). Avis relatif à la gestion de l'épidémie de Covid-19 en cas d'exposition de la population à des vagues de chaleur. En ligne : <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=817>

Heffernan. (2020). Can HEPA Air Purifiers Capture the Coronavirus? Yes and No. En ligne : <https://thewirecutter.com/blog/can-hepa-air-purifiers-capture-coronavirus>



- Ijaz, M. K., Brunner, A. H., Sattar, S. A., Nair, R. C. et Johnson-Lussenburg, C. M. (1985). Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. En ligne : <https://www.microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/jgv/66/12/JV0660122743.pdf?expires=1588190941&id=id&accname=guest&checksum=394527D0AF93FF415AE153062EF2EAFA>
- INSPQ. (2019). Analyse de l'efficacité des dispositifs d'épuration de l'air intérieur en milieu résidentiel. En ligne : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2543>
- INSPQ. (2020a). COVID-19 : Interventions médicales générant des aérosols. En ligne : <https://www.inspq.qc.ca/publications/2960-interventions-aerosols-covid19>
- INSPQ. (2020b). Utilisation des climatiseurs et des ventilateurs électriques dans les milieux scolaires, les milieux de garde et les camps de jour lors des vagues de chaleur dans un contexte de COVID-19. En ligne : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3034-climatiseurs-ventilateurs-milieux-scolaires-garde-camps-jour-covid19>
- INSPQ. (2020c). Utilisation des climatiseurs mobiles et des ventilateurs sur pied en milieu de soins dans un contexte de COVID-19. En ligne : <https://www.inspq.qc.ca/publications/3011-climatiseurs-mobiles-ventilateurs-milieux-soin-covid19>
- IRSST. (1994). Guide de prévention contre la prolifération microbienne dans les systèmes de ventilation. En ligne : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RG-088.pdf>
- Jay, O., Cramer, M.N., Ravanelli, N.M. et Hodder, S.G. (2015). Should electric fans be used during a heat wave? *Applied Ergonomics*, 46: 137-143. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2014.07.013>
- Jayaweera, M., Perera, H., Gunawardana, B. et Manatunge, J. (2020). Transmission of COVID-19 virus by droplets and aerosols: A critical review on the unresolved dichotomy, *Environmental Research*, 188, DOI : <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109819>
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., et Steinmann, E. (2020). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32035997>
- Lewis. (2020). Is the coronavirus airborne? Experts can't agree. En ligne : <https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-020-00974-w/d41586-020-00974-w.pdf>
- Li, Y., Leung, G. M., Tang, J. W., Yang, X., Chao, C. Y. H., Lin, J. Z., Lu, J. W., Nielsen, P. V., Niu, J., Qian, H., Sleigh, A. C., Su, H.-J. J., Sundell, J., Wong, T. W. et Yuen, P. L. (2007). Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment - A multidisciplinary systematic review. *Indoor Air*. 17. 2-18. 10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x. En ligne : https://www.researchgate.net/publication/6547407_Role_of_ventilation_in_airborne_transmission_of_infectious_agents_in_the_built_environment_-_A_multidisciplinary_systematic_review
- Li, Y., Qian, H., Hang, J., Chen, X., Hong, L., Liang, P., Li, J., Xiao, S., Wei, J., Liu, L. et Kang, M. (2020). Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.16.20067728v1?rss=1%22>
- Lu, J., Gu, J., Li, K., Xu, C., Su, W., Lai, Z., Zhou, D., Yu, C., Xu, B. et Yang, Z. (2020). COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. En ligne : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0764_article
- Miller, S., Nazaroff, W., Jimenez, J., Boerstra, A., Buonanno, G., Dancer, S., Jarek, M., Morawska, L. et Noakes, C. (2020). Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.15.20132027v1.full.pdf>



Morawska L. et Cao J. (2020). Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016041202031254X>

Morawska, L., Tang, J.W., , Bahnfleth, W., Bluyssen, P.M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F., Haworth, C., Hogeling, J., Isaxon, C., Jimenez, J.L., Kurnitski, J., Li, Y., Loomans, M., Marks, G., Marr, L.C., Mazzarella, L., Melikov, A.K., Miller, S., Milton, D.K., Nazaroff, W., Nielsen, P.V., Noakes, C., Peccia, J., Querol, X., Sekhar, C., Seppänen, O., Tanabe, S.-I., Tellier, R., Tham, K.W., Wargocki, P., Wierzbicka, A. et Yao, M. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412020317876>

Ministère des Solidarités et de la Santé [MSS]. (2020). Recommandations en matière d'aération, de ventilation et de climatisation en période d'épidémie de Covid-19. En ligne : <https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/covid-19-aeration-ventilation-climatisation.pdf>

Nardell, E.A. et Nathavitharana, R.R. (2020). Airborne Spread of SARS-CoV-2 and a Potential Role for Air Disinfection. En ligne : <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2766821>

NASEM. (2020a). Rapid Expert Consultation on the Possibility of Bioaerosol Spread of SARS-CoV-2 for the COVID-19 Pandemic. En ligne : <https://www.nap.edu/read/25769/chapter/1>

NASEM. (2020b). Rapid Expert Consultation on SARS-CoV-2 Survival in Relation to Temperature and Humidity and Potential for Seasonality for the COVID-19 Pandemic. En ligne : <https://www.nap.edu/read/25771/chapter/1#2>

NASEM. (2020c). Rapid Expert Consultations on the COVID-19 Pandemic: March 14, 2020-April 8, 2020. En ligne : <https://www.nap.edu/read/25784/>

OMS. (2014). Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. En ligne : https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf;jsessionid=B08E4B2A5807A0546DEBAA570F9F0501?sequence=1

OMS. (2020). Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations. En ligne : <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>

Park, S. Y., Kim, Y. M., Yi, S., Lee, S., Na, B., Kim, C. B., Kim, J., Kim, H. S., Kim, Y. B., Park, Y., Huh, I. S., Kim, H. K., Yoon, H. J., Jang, H., Kim, K., Chang, Y., Kim, I., Lee, H., Gwack, J. et Jeong, E. K. (2020). Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea. En ligne : https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/8/20-1274_article

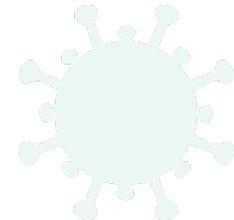
Parsons, K. (2014). Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance. Boca Raton : CRC Press.

Qian, H., Miao, T., Liu, L., Zheng, X., Luo, D., et Li, Y. (2020). Indoor transmission of SARS-CoV-2. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.04.20053058v1.full.pdf>

Qian et Zheng. (2018). Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6072925/>

REHVA. (2020a). Comment faire fonctionner et utiliser les installations sanitaires et de conditionnement des bâtiments afin d'éviter la propagation du coronavirus (Covid-19) et du virus (SARS-CoV-2) sur les lieux de travail. En ligne : https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/CoVID-19-REHVA-AICVF.pdf

REVHA. (2020b). How operate and use building services during the COVID-19 crisis. En ligne : https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/2020.04.28_COVID-19_BuildUp_webinar_by_REHVA.pdf



Santé Canada. (2015). Réduisez l'humidité et les moisissures. En ligne : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/contaminants-air-interieur/reduisez-humidite-et-moisissures.html>

Saran, S., Gurjar, M., Baronia, A., Sivapurapu, V., Ghosh, P. S., Raju, G. M. et Maurya, I. (2020). Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) in intensive care unit. En ligne : [https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-020-02907-5#:~:text=Heating%2C%20ventilation%20and%20air%2Dconditioning%20\(HVAC\)%20has%20a,visitors%20%5B1%2C%202%5D](https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-020-02907-5#:~:text=Heating%2C%20ventilation%20and%20air%2Dconditioning%20(HVAC)%20has%20a,visitors%20%5B1%2C%202%5D)

Shen, Y., Li, C., Dong, H., Wang, Z., Martinez, L., Sun, Z., Handel, A., Chen, Z., Chen, E., Ebell, M., Wang, F., Yi, B., Wang, H., Wang, X., Wang, A., Chen, B., Qi, Y., Liang, L., Li, Y. et Xu, G. (2020). Airborne transmission of COVID-19: epidemiologic evidence from two outbreak investigations. En ligne : https://www.researchgate.net/publication/340418430_Airborne_transmission_of_COVID-19_epidemiologic_evidence_from_two_outbreak_investigations

Somsen, G.A., Rijn, C., Kooij, S., ABem, R. et Bonn, D. (2020). Small droplet aerosols in poorly ventilated spaces and SARS-CoV-2 transmission. En ligne : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213260020302459>

The University of Sydney. (2020). COVID-19 risk on public transport: What we can learn from overseas. En ligne : <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/03/20/covid-19-risk-on-public-transport-what-we-can-learn-from-overseas.html>

Toronto Public Health. (2020). COVID-19 Guidance for Cooling Rooms. En ligne : https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2020/05/958d-COVID-19_Fact-Sheet_Cooling-Rooms.pdf

van Doremalen, N., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., Tamin, A. Harcourt, J. L., Thornburg, N. J., Gerber, S. I., Lloyd-Smith, J. O., de Wit, E. et Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. En ligne : <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>

Verreault, D., Moineau, S. et Duchaine, C. (2008). Methods for Sampling of Airborne Viruses. En ligne : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18772283/>

Wathelet (2020). Quelques pensées sur COVID-19 et la transmission par aérosols. En ligne : <https://www.medi-sphere.be/fr/debats/quelques-pensees-sur-covid-19-et-la-transmission-par-aerosol-marc-wathelet.html>

Wilson, N. M., Norton, A., Young F. P. et Collins, D. W. (2020). Airborne transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 to healthcare workers: a narrative review. En ligne : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/anae.15093>

Xu P., Qian, H., Miao, T., Yen, H., Tan, H., Cowling, B. J. et Li, Y. J. (2020). Transmission routes of Covid-19 virus in the Diamond Princess Cruise ship. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.09.20059113v1>

Yang, N., Shen, Y., Shi, C., Ma, A. H. Y., Zhang, X., Jian, X., Wang, L., Shi, J., Wu, C., Li, G., Fu, Y., Wang., K., Lu, M. et Qian, Q. (2020). In-flight Transmission Cluster of COVID-19: A Retrospective Case Series. En ligne : <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.28.20040097v1>

COVID-19 : Environnement intérieur – Questions-Réponses

AUTEUR

Comité en santé environnementale COVID-19
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

RÉDACTEURS

Jean-Marc Leclerc
Marie-Eve Levasseur
Stéphanie Potvin
Patrick Poulin

COLLABORATEURS

Marie-Hélène Bourgault
Stéphane Buteau
Denis Gauvin
Caroline Huot
Vicky Huppé
Benoit Lévesque
Stéphane Perron

RÉVISION ET MISE EN PAGE

Katia Raby

© Gouvernement du Québec (2020)

N° de publication : 2992