



SCIENCE & ENGINEERING • SCIENCE ET INGÉNIERIE

**Recommandations concernant l'utilisation de systèmes de
filtration d'air portables dans les salles de classe du
Nouveau-Brunswick en période de COVID-19**

Document préparé pour :

Établissements scolaires et transport des élèves
Ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance
Destinataire : Josh Nowlan
Place 2000, C.P. 6000
Fredericton (N.-B.) E3B 5H1

Préparé par :

Andrien Rackov Ph.D.
Superviseur des services de recherche
Conseil de la recherche et de la productivité

Diane Botelho Ph.D.
Directrice scientifique
Conseil de la recherche et de la productivité

Référence du CRP : ADM-J10063

N° de proposition du CRP : RPC-2021/12/21

N° de référence du client : CF220163

Date du document : 2022-01-13

Introduction

Il n'existe pas de mesure unique permettant d'atténuer de manière générale le risque de transmission de la COVID-19 dans les espaces intérieurs. L'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) recommande les mesures suivantes pour réduire le risque de propagation de la COVID-19 [1] :

- Réduire au minimum le nombre de personnes présentes en un même lieu et au même moment
- Maintenir une distance physique entre les personnes d'au moins 2 mètres
- Porter un couvre-visage bien fabriqué et bien ajusté
- Pratiquer une bonne hygiène des mains et des voies respiratoires

En plus des mesures ci-dessus, une ventilation adéquate peut contribuer à réduire la propagation de la COVID-19 dans les espaces intérieurs. Il demeure toutefois qu'une bonne ventilation ne peut à elle seule remplacer les mesures ci-dessus.

La qualité de l'air intérieur peut être améliorée en laissant entrer de l'air frais au moyen de systèmes de ventilation mécanique ainsi qu'en ouvrant les portes et les fenêtres. Dans certains cas, lorsque la ventilation mécanique ou naturelle n'est pas possible, l'utilisation de systèmes de filtration d'air portables peut être envisagée. Ces systèmes de filtration d'air n'apportent pas d'air frais dans un espace, mais s'ils sont équipés d'un filtre approprié (p. ex. un filtre à particules à haute efficacité ou filtre HEPA), s'ils sont de dimensions appropriées et s'ils sont correctement installés, il a été démontré qu'ils réduisent la concentration de particules en suspension dans l'air (c'est-à-dire les aérosols).

Une revue de la littérature scientifique a été menée pour mieux comprendre le rôle des systèmes de filtration d'air portables dans les salles de classe et leur impact sur la transmission de la COVID-19. Cette revue visait à répondre aux questions suivantes :

- 1. Si des systèmes de filtration d'air HEPA portables sont installés dans les salles de classe des écoles qui ne disposent pas d'un système de ventilation mécanique intégré, cette mesure aurait-elle un effet positif, négatif ou nul sur les particules de COVID-19 en suspension dans l'air?*
- 2. Le Nouveau-Brunswick compte 294 écoles publiques, dont 234 sont équipées d'un système de ventilation mécanique intégré. En général, la réponse à la question 1 est-elle différente pour les écoles qui disposent d'un système de ventilation mécanique intégré qui aspire de l'air frais, le fait circuler et évacue l'air usé?*
- 3. Est-ce qu'une étude scientifique sur les systèmes de filtration d'air portables dans les salles de classe a été réalisée ici ou ailleurs? Si oui, quelles en sont les recommandations ou à quel stade en est cette étude?*

4. Si l'on décide d'installer des appareils portables dans certaines salles de classe, quelle mesure pourrait être mise en place pour en évaluer l'utilité? Et quelle serait la configuration nécessaire pour que ces systèmes fonctionnent de manière sûre et efficace?

Conclusions de la revue de la littérature et recommandations

Les résultats de la revue de la littérature et des recommandations basées sur les données scientifiques actuelles sont présentés ci-dessous.

Question 1 : *Si des systèmes de filtration d'air HEPA portables sont installés dans les salles de classe des écoles qui ne disposent pas d'un système de ventilation mécanique intégré, cette mesure aurait-elle un effet positif, négatif ou nul sur les particules de COVID-19 en suspension dans l'air?*

Réponse : Les données montrent que les systèmes de filtration HEPA portables auraient probablement un effet positif sur la réduction des particules en suspension dans l'air du virus SRAS-CoV-2 (ci-après COVID-19). L'installation de systèmes de filtration HEPA portables est donc fortement recommandée dans les salles de classe des écoles ne disposant pas d'un système de ventilation mécanique intégré.

Explication : La littérature scientifique étudiée révèle que si ces appareils sont de dimensions appropriées et qu'ils sont correctement installés et entretenus, ils peuvent réduire efficacement la concentration d'aérosols dans une salle de classe, contribuant ainsi à l'amélioration globale de la qualité de l'air. Ces appareils ne doivent pas être considérés comme un substitut aux mesures essentielles de santé publique telles que le port du masque, la distanciation physique, etc., mais comme un complément aux bonnes pratiques de santé et sécurité pour lutter contre la pandémie.

Notre recommandation repose sur les considérations suivantes :

- i. Existe-t-il des preuves démontrant que les appareils de filtration d'air portables équipés d'un filtre HEPA réduisent la présence de COVID-19 dans l'air?

→ Oui.

Une étude récente menée dans un service réaménagé d'un hôpital où le virus COVID-19 en suspension dans l'air était connu et mesurable a démontré qu'un appareil de filtration HEPA portable élimine efficacement le virus et d'autres agents pathogènes jusqu'à des niveaux non détectables [2].

Une revue de Morawska et coll. analyse plusieurs études concluant que les appareils d'épuration d'air portables sont efficaces pour purifier l'air (c'est-à-dire éliminer les bactéries et les spores fongiques en suspension dans l'air) [3].

De même, l'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) a reconnu que

les purificateurs d'air portables contribuent à réduire les contaminants en suspension dans l'air, y compris les particules contenant des virus [4].

- ii. Existe-t-il des preuves que les appareils de filtration HEPA réduisent les concentrations d'aérosols dans une salle de classe?

→ Oui.

Plusieurs études [5-8] ont démontré que les appareils de filtration d'air mobiles équipés de filtres HEPA peuvent réduire efficacement les concentrations d'aérosols de différentes tailles dans les salles de classe des écoles. Par exemple, Curtius et coll. [5] ont montré qu'une réduction homogène des particules entre 10 nm et 10 µm pouvait être obtenue avec des appareils de filtration d'air portables. Ils ont également observé qu'en plus de la réduction potentielle de la propagation de la COVID-19 dans les salles de classe, ces appareils présentent l'avantage supplémentaire d'améliorer la qualité globale de l'air grâce à la réduction des particules (PM_{2,5} et PM₁₀) dans les espaces où ils sont utilisés. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) recommande que les niveaux d'exposition moyens aux particules PM_{2,5} soient inférieurs à 10 mg/m³, car une exposition plus élevée augmente les risques de diverses maladies.

- iii. Existe-t-il des risques dont il faut tenir compte?

→ Oui.

Pour que les appareils de filtration d'air portables puissent purifier l'air de tous les occupants, ils doivent être positionnés de manière appropriée dans l'espace sans quoi ils risquent de simplement faire recirculer le même air, notamment s'ils sont posés dans un coin de pièce [6]. De plus, les appareils de filtration ne doivent pas souffler directement l'air sur les occupants de la pièce, car ils augmenteraient alors le risque de transmettre les aérosols exhalés par une personne infectée aux autres occupants [6,9,10]. Le risque de propagation des aérosols exhalés par un sujet infecté aux personnes voisines existe avec d'autres formes de ventilation et n'est pas propre aux appareils de filtration d'air portables. Par exemple, une étude de modélisation sur l'utilisation des fenêtres pour la ventilation naturelle dans les salles de classe a montré que si une personne infectée est assise à côté d'une fenêtre ouverte, on observe une augmentation du risque de transport de l'air contaminé vers les personnes voisines [11]. Pour atténuer les risques de transmission par une personne infectée assise à côté d'une fenêtre ouverte, les auteurs ont suggéré de décaler la disposition des sièges et de diriger l'air des fenêtres vers le sol.

Une étude de modélisation réalisée par Pease et coll. [12] a également démontré que si les paramètres de CVC ne sont pas correctement ajustés et que des taux de renouvellement d'air très élevés sont utilisés, il existe un risque accru de propagation d'un air potentiellement chargé de virus vers d'autres pièces à un taux beaucoup plus élevé.

Des chercheurs ont étudié la vitesse des aérosols expirés par des personnes masquées et non masquées et ont constaté que le port d'un masque contribuait fortement à réduire la

propagation des aérosols de la zone de respiration d'une personne à celle de ses voisins [11,13]. En outre, une étude menée par les United States Centers for Disease Control and Prevention (U. S. CDC) a démontré l'importance du masque, même lorsque des purificateurs d'air portables fonctionnent [8].

Les flux d'air ne sont pas uniquement déterminants lors de l'utilisation de purificateurs d'air portables, mais également avec les systèmes de ventilation naturelle et mécanique. Les flux d'air peuvent aussi être influencés par les mouvements généraux dans la salle de classe. Ces constatations réaffirment l'importance d'une approche à plusieurs niveaux pour réduire le risque de transmission de la COVID-19. Étant donné que la circulation d'air est inévitable dans une salle de classe avec ou sans filtration HEPA, nous pensons que l'air des salles équipées de systèmes HEPA sera globalement plus propre, entraînant une réduction nette des particules de COVID-19 en suspension dans l'air.

- iv. Existe-t-il des preuves montrant directement que la filtration HEPA réduit la propagation de la COVID-19 dans les salles de classe?
→Non.

Bien qu'un certain nombre d'études soutiennent que les appareils de filtration d'air portables peuvent réduire les aérosols dans les salles de classe et probablement réduire le risque de transmission [5-8], à notre connaissance, il n'existe actuellement aucune preuve démontrant que l'utilisation de systèmes de filtration d'air portables réduit directement les cas de transmission de la COVID-19 dans les salles de classe [8,14].

Une étude contrôlée est en cours (communiqué de presse publié le 5 novembre 2021), sous la direction de chercheurs de l'Université de Leeds, afin de déterminer si les systèmes de filtration d'air portables réduisent la transmission de la COVID-19 dans les salles de classe des écoles [15]. L'étude porte sur deux approches différentes de purification de l'air : l'une basée sur l'utilisation de filtres HEPA, l'autre utilisant la lumière ultraviolette. Les résultats de cette étude n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction du présent document.

De même, un nouvel essai contrôlé randomisé, mené par des chercheurs de l'Université de Bristol, prévoit examiner l'efficacité des filtres à air portables dans la prévention des infections respiratoires et de la COVID-19 chez les résidents de foyers de soins en Angleterre (communiqué de presse publié le 21 octobre 2021) [16]. Les résultats de cette étude n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction du présent document.

Question 2 : *Le Nouveau-Brunswick compte 294 écoles publiques, dont 234 sont équipées d'un système de ventilation mécanique intégré. En général, la réponse à la question 1 est-elle différente pour les écoles qui disposent d'un système de ventilation mécanique intégré qui aspire de l'air frais, le fait circuler et évacue l'air usé?*

Réponse : L'utilisation d'appareils de filtration d'air portables n'est pas recommandée dans les espaces dotés d'un système de ventilation mécanique adéquat. À notre avis, l'utilisation

d'appareils de filtration d'air HEPA devrait d'abord être envisagée dans les espaces qui ne disposent d'aucun système de ventilation mécanique intégré. Au cas par cas, lorsque les systèmes de ventilation mécanique sont jugés insuffisants et qu'une ventilation naturelle n'est pas possible, l'installation de systèmes de filtration d'air portables devrait également être envisagée.

Explication : Notre évaluation de l'utilité des appareils de filtration d'air portables dans les écoles équipées d'un système de ventilation mécanique intégré repose sur les données suivantes trouvées dans la littérature scientifique :

Les systèmes de ventilation mécanique peuvent avoir des configurations très différentes [17], mais s'ils apportent suffisamment d'air frais, ils permettent probablement de diluer les contaminants en suspension dans les salles de classe. Certains systèmes peuvent également être équipés de filtres, ce qui permet de réduire encore plus les aérosols dans l'air.

Les écoles disposant de systèmes de ventilation mécanique intégrés peuvent également utiliser une ventilation naturelle (par exemple, en ouvrant les fenêtres) lorsque la situation le permet. Au cas par cas, lorsque les systèmes de ventilation mécanique sont jugés insuffisants et qu'une ventilation naturelle n'est pas possible, l'installation de systèmes de filtration d'air portables devrait être envisagée.

Cette approche est conforme à la « Feuille de route pour améliorer et assurer une bonne ventilation intérieure dans le contexte de la COVID-19 » de l'Organisation mondiale de la santé [18], qui reconnaît l'importance de la ventilation mécanique et naturelle.

Cette position est également défendue par l'Agence fédérale allemande pour l'environnement [19] qui privilégie les systèmes de ventilation mécanique intégrés et la ventilation naturelle pour améliorer la qualité globale de l'air et réduire les concentrations d'aérosols plutôt que des appareils de filtration d'air portables.

Notre revue de la littérature scientifique indique que la ventilation mécanique, la ventilation naturelle et la filtration de l'air sont autant de moyens de réduire les aérosols dans les espaces intérieurs et peuvent être combinées si nécessaire pour améliorer la qualité de l'air intérieur [20,21].

L'American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) a publié des conseils détaillés sur les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) dans les écoles et les universités [22]. Dans un document intitulé « Core Recommendations for Reducing Airborne Infectious Aerosol Exposure » [23], un groupe de travail sur les épidémies de l'ASHRAE indique ce qui suit :

« [...] dans certaines limites, des systèmes de ventilation, de filtration et de purification de l'air peuvent être installés selon les situations pour atteindre les objectifs de réduction de l'exposition, sous réserve de contraintes pouvant inclure le confort, la consommation d'énergie et les coûts. Pour ce faire, il faut fixer des objectifs correspondant à un taux d'approvisionnement en air pur équivalent et exprimer l'efficacité des filtres, des purificateurs d'air et des autres mécanismes d'élimination des particules en ces termes. »

Question 3 : *Est-ce qu'une étude scientifique sur les systèmes de filtration d'air portables dans les salles de classe a été réalisée ici ou ailleurs? Si oui, quelles en sont les recommandations ou quel est le stade de cette étude?*

Réponse : Plusieurs gouvernements ont envisagé l'utilisation d'appareils de filtration d'air portables dans les salles de classe. De nombreux pouvoirs publics ont également publié des déclarations sur l'utilisation d'appareils de filtration d'air portables dans les écoles.

Des chercheurs allemands ont réalisé des études sur les appareils de filtration d'air portables et mobiles utilisés dans les salles de classe pour réduire les concentrations d'aérosols [5-7]. À la lumière de ces travaux, l'Agence fédérale allemande pour l'environnement encourage l'utilisation d'appareils de filtration d'air portables dans les salles de classe pour réduire les aérosols dans les cas où aucun système de ventilation mécanique n'est en place et où une ventilation naturelle suffisante n'est pas possible [24].

De même, le gouvernement de l'Ontario a décidé d'installer des appareils de filtration d'air portables dans les salles de classe sans ventilation mécanique et dans les espaces où les masques ne sont pas portés, comme les salles de maternelle à temps plein (même si ces salles ont une ventilation mécanique) [25].

Le gouvernement du Québec a réalisé une étude sur les appareils de filtration d'air portables en vue d'une possible utilisation dans les salles de classe en janvier 2021 et a choisi de ne pas recommander cette utilisation en raison de l'absence de preuves directes que ces appareils réduisent les cas de COVID-19, de préoccupations quant à leur inefficacité s'ils ne sont pas installés correctement et de possibles nuisances sonores [26]. Depuis la publication de ce document, des études ont été réalisées sur l'efficacité des appareils de filtration d'air portables dans les salles de classe ainsi que sur leur emplacement et leur bruit [5-8].

Bien qu'un certain nombre d'études soutiennent que les appareils de filtration d'air portables peuvent réduire les aérosols dans les salles de classe [5-8], il n'existe actuellement aucune preuve démontrant que l'utilisation de systèmes de filtration d'air portables réduit directement les cas de transmission de la COVID-19 dans les salles de classe [8,14].

Dans une étude réalisée aux États-Unis par les Centers for Disease Control and Prevention sur les concentrations d'aérosols à l'intérieur des bâtiments, sur le port du masque et sur les systèmes d'épuration d'air portables, on remarque les observations suivantes [6] :

« L'ajout de deux appareils d'épuration d'air HEPA respectant le taux de diffusion d'air pur

recommandé par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) (5) a permis de réduire l'exposition globale aux particules d'aérosol exhalées simulées jusqu'à 65 % lorsque le port du masque universel n'est pas imposé. Sans appareils d'épuration d'air HEPA, le port du masque universel réduit de 72 % la concentration moyenne d'aérosols. La combinaison des deux appareils d'épuration d'air HEPA et du port du masque universel a permis de réduire l'exposition globale jusqu'à 90 %. Les appareils d'épuration d'air HEPA étaient plus efficaces lorsqu'ils étaient proches de la source d'aérosols. Ces résultats suggèrent que les appareils d'épuration d'air HEPA portables peuvent réduire l'exposition aux aérosols du SRAS-CoV-2 dans les environnements intérieurs et que les réductions d'exposition sont plus importantes lorsque ces appareils sont utilisés en combinaison avec le port du masque universel. »

« Bien que l'étude fournisse des informations utiles sur la dynamique des particules d'aérosol respiratoire ainsi que sur l'utilité des appareils d'épuration d'air HEPA et du port du masque universel, de nombreux autres facteurs influencent la transmission des maladies, notamment la quantité de virus dans les particules, la durée de survie du virus dans l'air et le statut vaccinal des personnes présentes dans la pièce. »

Une étude contrôlée est en cours (communiqué de presse publié le 5 novembre 2021), sous la direction de chercheurs de l'Université de Leeds, afin de déterminer si les systèmes de filtration d'air portables réduisent la transmission de la COVID-19 dans les salles de classe des écoles [15]. L'étude porte sur deux approches différentes de purification de l'air : l'une basée sur l'utilisation de filtres HEPA, l'autre utilisant la lumière ultraviolette. Les résultats de cette étude n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction du présent document.

De même, un nouvel essai contrôlé randomisé, mené par des chercheurs de l'Université de Bristol, prévoit d'examiner l'efficacité des filtres à air portables dans la prévention des infections respiratoires et de la COVID-19 chez les résidents de foyers de soins en Angleterre (communiqué de presse publié le 21 octobre 2021) [16]. Les résultats de cette étude n'étaient pas disponibles au moment de la rédaction du présent document.

Plusieurs organismes gouvernementaux et publics reconnaissent que les appareils de filtration d'air portables peuvent fournir une protection supplémentaire utile contre la COVID-19. Voici quelques exemples :

Déclaration de l'Agence de la santé publique du Canada sur les appareils de filtration d'air portables [1] :

« Lorsqu'ils sont utilisés correctement, les appareils de filtration d'air portables équipés de filtres à particules à haute efficacité (HEPA) se sont avérés capables de réduire la concentration de certains virus dans l'air. L'utilisation de ces appareils peut constituer un moyen de protection supplémentaire utile dans les situations où l'amélioration de la ventilation naturelle ou mécanique n'est pas possible et où la distance physique peut *[sic]* être assurée. »

Déclaration de l'Organisation mondiale de la Santé sur les filtres à air portables, le 23 décembre 2021 [27] :

« Les filtres à air ne fournissent pas de ventilation et ne remplacent pas les autres méthodes de ventilation. Cependant, ils peuvent contribuer à réduire la concentration du virus de la COVID-19 dans l'air, réduisant ainsi la possibilité de transmission. L'utilisation à l'intérieur d'un filtre à air MERV14/ISO ePM1 70-80 % peut améliorer la qualité de l'air ambiant. »

Déclaration de l'Agence américaine de protection de l'environnement sur les filtres à air portables dans les écoles [4] :

« Des appareils d'épuration d'air portables peuvent être utilisés pour compléter une augmentation de la ventilation et de la filtration d'un système CVC, en particulier dans les espaces où il est difficile d'obtenir une ventilation adéquate. L'orientation du flux d'air de manière à ce qu'il ne souffle pas directement d'une personne à une autre réduit la propagation potentielle de gouttelettes pouvant contenir des virus infectieux. »

Déclaration des United States Centers for Disease Control and Prevention sur les filtres à air portables dans les écoles et les garderies [28] :

« Pour améliorer la ventilation de votre école ou de votre garderie, vous pouvez ouvrir les fenêtres, utiliser des appareils de filtration d'air portables et améliorer la filtration générale dans tout le bâtiment. »

« L'utilisation d'appareils de filtration d'air portables équipés de filtres à particules à haute efficacité (HEPA) doit être envisagée pour améliorer la qualité de l'air dans la mesure du possible, en particulier dans les espaces à haut risque tels qu'un bureau d'infirmière ou une chambre de malade/isolation. »

Question 4 : *S'il est décidé d'installer des appareils portables dans certaines salles de classe, quelle mesure pourrait être mise en place pour en évaluer l'utilité? Et quelle serait la configuration nécessaire pour que ces systèmes fonctionnent de manière sûre et efficace?*

Évaluation de l'utilité

Le rôle d'un appareil de filtration d'air équipé d'un filtre HEPA est de réduire la concentration de particules aérosols dans l'air. Pour évaluer l'efficacité d'appareils de filtration d'air portables dans une salle de classe, il est possible de mesurer la concentration d'aérosols à plusieurs endroits de la pièce avant et après l'installation des appareils de filtration à l'aide d'un dispositif de dénombrement et de calibrage des particules. Par ailleurs, des dispositifs de contrôle de la qualité de l'air intérieur peuvent être installés pour assurer une surveillance à long terme. D'autres méthodes pourraient être développées avec des générateurs d'aérosols. Des modèles

informatiques peuvent également être employés.

Fonctionnement sûr et efficace

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte lors de la sélection et de l'installation d'un système de filtration d'air portable. Tous les appareils ne conviennent pas forcément à toutes les salles de classe.

L'Agence fédérale allemande pour l'environnement (Umweltbundesamt, UBA) et l'Association des ingénieurs allemands (Verein Deutscher Ingenieure, VDI) ont défini des exigences et des critères d'essai pour les appareils d'épuration d'air mobiles, décrits dans la publication « VDI-EE 4300 Partie 14 : Mesure de la pollution intérieure - Exigences relatives aux appareils d'épuration d'air mobiles pour réduire la transmission des maladies infectieuses par aérosol » [29]. (Remarque : Le document original est en allemand, mais une traduction anglaise peut être commandée.)

L'UBA et la VDI considèrent que les purificateurs d'air répondant à ces exigences sont utiles pour réduire la charge virale dans l'air ambiant, notamment dans les salles de classe qui ne sont pas suffisamment ventilées.

Voici un résumé de certains éléments importants du document de la VDI :

- Les emplacements d'installation dans la pièce doivent être conformes aux instructions du fabricant.
- Il faut utiliser des filtres de classes telles que HEPA H13 (selon EN 1822 plus préfiltrage par ex. ISO ePM10 50 % selon ISO 16890), des combinaisons de filtres de particules ePM1 > 50 % et ePM1 > 80 % selon ISO 16890 (anciennement F7 + F9) ou un équivalent pour les appareils avec filtres.
- Sécurité et protection contre le vandalisme.
- Purificateurs d'air à UVC : éviter le rayonnement UV à l'extérieur de l'appareil
- Le débit des appareils mobiles d'épuration d'air qui nettoient l'air dans un boîtier doit correspondre à au moins 4 renouvellements d'air par heure. Ce débit d'air est suffisamment élevé que tout l'air de la pièce traverse les appareils dans un laps de temps suffisamment court.
- Il faut surveiller l'évolution du bruit en fonction du débit d'air requis (par exemple, dans les écoles, le niveau de pression acoustique doit être inférieur ou égal à 35 dB (A)).
- Le confort doit être pris en compte (par exemple, éviter les courants d'air).
- Il faut tenir compte de la qualité de l'épuration lorsque des appareils avec filtres sont utilisés (efficacité de filtrage > 90% selon des tests effectués en laboratoire dans des conditions réelles).

Des études utilisant des purificateurs d'air mobiles dans des salles de classe réalisées par Curtius et coll. [5], Burgmann et Janoske [6] et Duill et coll. [7] fournissent des informations sur l'emplacement des appareils et ont constaté que lorsque ceux-ci produisent 5 à 6 changements d'air (équivalents) par heure, une réduction de plus de 80 % des aérosols est observée dans les

30 minutes suivant la mise en marche des purificateurs d'air. Idéalement, l'air sortant des purificateurs ne doit pas être dirigé vers les zones de respiration des occupants de la pièce.

L'ouvrage de Curtius et coll. [5] formule les recommandations suivantes :

- Lorsqu'un seul purificateur est installé, il doit idéalement être placé au centre de la pièce.
- Si plusieurs purificateurs sont installés, ils doivent être répartis uniformément dans la pièce.
- Une installation dans les coins est possible tant que les flux de la prise d'air et de la sortie d'air propre ne sont pas obstrués. Toute obstruction de la libre circulation d'air réduit considérablement l'efficacité du purificateur, notamment s'il est placé sous une table.
- La sécurité doit être prise en compte. Par exemple, les purificateurs d'air mobiles ne doivent pas bloquer les sorties de secours.
- Les purificateurs d'air doivent être équipés de filtres HEPA (DOE STD 3020 2015, H13 ou H14) et doivent produire un débit d'air pur élevé d'environ 1000 m³/h ou plus.
- Afin d'obtenir un taux de renouvellement de l'air élevé et un air homogène dans toute la pièce, il peut être avantageux d'installer plusieurs petits purificateurs au lieu d'un gros appareil.
- En plus des filtres HEPA, les purificateurs doivent être équipés de préfiltres pour éliminer efficacement les grosses poussières, lesquels doivent être nettoyés ou remplacés régulièrement.
- Lorsqu'il est envisagé d'installer des purificateurs d'air dans des salles de classe, il faut tenir compte du bruit causé par leur fonctionnement. Si des taux de ventilation élevés sont souhaitables, le bruit ne doit pas perturber les cours. L'utilisation de plusieurs purificateurs d'air dans un espace peut entraîner une augmentation du bruit.

L'ouvrage de Duill et coll. [7] relève les considérations suivantes :

- Le choix de l'emplacement d'un purificateur d'air dans une salle de classe dépend de divers facteurs, notamment la géométrie de la pièce, la direction de la sortie d'air et les caractéristiques du plafond de la pièce (par exemple, lampes en saillie ou barres transversales, surtout si l'appareil dirige l'air vers le plafond).
- Si des purificateurs d'air mobiles sont installés dans une salle de classe, il est possible que le mobilier doive être modifié.
- Les purificateurs d'air mobiles utilisés dans cette étude étaient de grands appareils posés au sol qui rejetaient l'air horizontalement depuis une hauteur supérieure à 2 m ou vers le plafond depuis une hauteur inférieure à 2 m. Il en résulte un flux le long du plafond, ce qui entraîne une vaste répartition de l'air filtré réduisant la concentration d'aérosols dans la pièce de manière aussi homogène que possible.
- Le niveau de bruit est déterminant pour l'acceptation des appareils en salle de classe. Le bruit des appareils testés ne dépassait pas 40 dB(A) à un débit volumique d'environ 1000 m³/h. Une enquête auprès des enseignants a révélé que ce volume et le flux d'air qui l'accompagne n'avaient aucune influence négative sur le processus pédagogique.

L'ouvrage de Lindsley et coll. [5] formule les observations suivantes :

- Les purificateurs d'air HEPA portables offrent un moyen simple d'augmenter la filtration des particules aérosols d'une pièce sans modifier le système de ventilation existant du bâtiment.
- L'emplacement optimal des purificateurs d'air HEPA dépend des particularités de chaque pièce, mais ils sont probablement plus efficaces lorsqu'ils sont placés aussi près que possible des occupants.
- Les réductions d'exposition sont plus importantes lorsque les purificateurs d'air sont utilisés en combinaison avec le port du masque universel.

Conclusions

Selon la littérature scientifique examinée et les recommandations de divers organismes de réglementation, les systèmes portables de filtration d'air HEPA réduisent probablement la transmission de la COVID-19 dans certains environnements intérieurs et leur utilisation devrait être envisagée dans les salles de classe dépourvues de système de ventilation ou dont le système de ventilation est insuffisant. Les dimensions des purificateurs d'air portables équipés de filtres HEPA, leur positionnement, la direction de leur flux d'air, leur fonctionnement et leur entretien sont importants pour profiter des avantages de ces appareils et réduire les risques associés au flux d'air qu'ils génèrent.

Le tout respectueusement soumis par



Andrien Rackov Ph.D.
Superviseur des services de recherche, CRP



Diane Botelho Ph.D.
Directrice scientifique, CRP

Bibliographie

- [1] AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA. *COVID-19 : Guide de ventilation des espaces intérieurs pendant la pandémie*, (s.d.). <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/2019-nouveau-coronavirus/document-orientation/guide-ventilation-espaces-interieurs-pandemie-covid-19.html> (vu le 5 janvier 2022).
- [2] CONWAY-MORRIS, A., K. SHARROCKS, R. BOUSFIELD, L. KERMACK, M. MAES, E. HIGGINSON et coll. « The removal of airborne SARS-CoV-2 and other microbial bioaerosols by air filtration on COVID-19 surge units », *MedRxiv*. (2021) 2021.09.16.21263684. doi:10.1101/2021.09.16.21263684.
- [3] MORAWSKA, L., J.W. TANG, W. BAHNFLETH, P.M. BLUYSSSEN, A. BOERSTRA, G. BUONANNO et coll. « How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? », *Environ. Int.* 142 (2020) 105832. doi:10.1016/j.envint.2020.105832.
- [4] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Air Cleaners, HVAC Filters, and Coronavirus (COVID-19)*, (s.d.). <https://www.epa.gov/coronavirus/air-cleaners-hvac-filters-and-coronavirus-covid-19> (vu le 5 janvier 2022).
- [5] CURTIUS, J., M. GRANZIN et J. SCHROD. « Testing mobile air purifiers in a school classroom: Reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2 », *Aerosol Sci. Technol.* 55 (2021) 586–599. doi:10.1080/02786826.2021.1877257.
- [6] BURGMANN, S. et U. JANOSKE. « Transmission and reduction of aerosols in classrooms using air purifier systems », *Phys. Fluids*. 33 (2021) 1–11. doi:10.1063/5.0044046.
- [7] DUILL, F.F., F. SCHULZ, A. JAIN, L. KRIEGER, B. VAN WACHEM et F. BEYRAU. « The impact of large mobile air purifiers on aerosol concentration in classrooms and the reduction of airborne transmission of SARS-CoV-2 », *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 18 (2021). doi:10.3390/ijerph182111523.
- [8] LINDSLEY, W.G., R.C. DERK, J.P. COYLE, S.B. MARTIN, K.R. MEAD, F.M. BLACHERE et coll. « Efficacy of Portable Air Cleaners and Masking for Reducing Indoor Exposure to Simulated Exhaled SARS-CoV-2 Aerosols — United States », 2021, *MMWR. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 70 (2021) 972–976. doi:10.15585/mmwr.mm7027e1.
- [9] NARAYANAN, S.R. et S. YANG. « Airborne transmission of virus-laden aerosols inside a music classroom: Effects of portable purifiers and aerosol injection rates », *Phys. Fluids*. 33 (2021). doi:10.1063/5.0042474.
- [10] HAM, S. « Prevention of exposure to and spread of COVID-19 using air purifiers: challenges and concerns », *Epidemiol. Health*. 42 (2020) 1–3. doi:10.4178/epih.e2020027.
- [11] RENCKEN, G.K., E.K. RUTHERFORD, N. GHANTA, J. KONGOLETOS et L. GLICKSMAN. « Patterns of SARS-CoV-2 aerosol spread in typical classrooms », *Build. Environ.* 204 (2021) 108167. doi:10.1016/j.buildenv.2021.108167.

- [12] PEASE, L.F., N. WANG, T.I. SALSURY, R.M. UNDERHILL, J.E. FLAHERTY, A. VLACHOKOSTAS et coll. « Investigation of potential aerosol transmission and infectivity of SARS-CoV-2 through central ventilation systems », *Build. Environ.* 197 (2021) 107633. doi:10.1016/j.buildenv.2021.107633.
- [13] BAZANT, M.Z. et J.W.M. BUSH. *A guideline to limit indoor airborne transmission of COVID-19*, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 118 (2021). doi:10.1073/pnas.2018995118.
- [14] HAMMOND, A., T. KHALID, H. V. THORNTON, C.A. WOODALL et A.D. HAY. « Should homes and workplaces purchase portable air filters to reduce the transmission of SARS-CoV-2 and other respiratory infections? A systematic review », *PLoS One.* 16 (2021) 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0251049.
- [15] UNIVERSITÉ DE LEEDS. *Can air cleaners reduce COVID-19 in schools?*, (s.d.). <https://www.leeds.ac.uk/news-health/news/article/4953/can-air-cleaners-reduce-covid-19-in-schools> (vu le 23 décembre 2021).
- [16] UNIVERSITÉ DE BRISTOL. *Can portable air filters prevent respiratory infections and COVID-19 in care homes?* (s.d.). <https://www.bristol.ac.uk/news/2021/october/airfilter-study.html> (vu le 8 janvier 2022).
- [17] LIPINSKI, T., D. AHMAD, N. SEREY et H. JOUHARA. « Review of ventilation strategies to reduce the risk of disease transmission in high occupancy buildings », *Int. J. Thermofluids.* 7–8 (2020) 100045. doi:10.1016/j.ijft.2020.100045.
- [18] ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19*, Genève, 2021.
- [19] UMWELT BUNDESAMT, *Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger an Schulen* (s.d.). <https://www.umweltbundesamt.de/themen/lueftung-lueftungsanlagen-mobile-luftreiniger-an> (vu le 6 janvier 2022).
- [20] ALLEN, J.G. et A.M. IBRAHIM. « Indoor Air Changes and Potential Implications for SARS-CoV-2 Transmission », *JAMA.* 325 (2021) 2112. doi:10.1001/jama.2021.5053.
- [21] MÜLLER, D., K. REWITZ, D. DERWEIN, T.M. BURGHOLZ, M. SCHWEIKER, J. BARDEY et coll. *Abschätzung des Infektionsrisikos durch aerosolgebundene Viren in belüfteten Räumen* *Abschätzung des Infektionsrisikos durch aerosolgebundene Viren in belüfteten Räumen Einleitung Bekannte Ausbreitungswege von Viren*, (2020). doi:10.18154/RWTH-2020-11340.
- [22] ASHRAE EPIDEMIC TASK FORCE, SCHOOLS & UNIVERSITIES, (2021). https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/covid-19/ashrae-filtration_disinfection-c19-guidance.pdf (vu le 9 janvier 2022).
- [23] ASHRAE EPIDEMIC TASK FORCE. *Core Recommendations for Reducing Airborne Infectious Aerosol Exposure*, (2021). <https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/covid-19/core-recommendations-for-reducing-airborne-infectious-aerosol-exposure.pdf> (vu le 9 janvier 2022).

- [24] BIRMILI, W., H.C. SELINKA, H.J. MORISKE, A. DANIELS et W. STRAFF. « Ventilation concepts in schools for the prevention of transmission of highly infectious viruses (SARS-CoV-2) by aerosols in indoor air », *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz*. 64 (2021) 1570–1580. doi:10.1007/s00103-021-03452-4.
- [25] MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DE L'ONTARIO. *Systèmes de ventilation dans les écoles*, (2021). https://efis.fma.csc.gov.on.ca/faab/Memos/B2021/B14_FR.pdf (vu le 6 janvier 2022).
- [26] GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Ventilation et transmission de la COVID-19 en milieu scolaire et en milieu de soins* (2021). <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2020/20-210-374W.pdf> (vu le 7 janvier 2022).
- [27] ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. *Coronavirus 2019 (COVID-19) : ventilation et climatisation*, (2021). <https://www.who.int/fr/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-ventilation-and-air-conditioning> (vu le 9 janvier 2022).
- [28] CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Ventilation in Schools and Childcare Programs*, (2021). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/schools-childcare/ventilation.html> (vu le 9 janvier 2022).
- [29] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. *Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Anforderungen an mobile Luftreiniger zur Reduktion der aerosolgebundenen Übertragung von Infektionskrankheiten*, (2021). <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-ee-4300-blatt-14-messen-von-innenraumluftverunreinigungen-anforderungen-an-mobile-luftreiniger-zur-reduktion-der-aerosolgebundenen-uebertragung-von-infektionskrankheiten> (vu le 8 janvier 2022).