Conseil
Supérieur de la Santé

SARS-COV-2 ET L'UTILISATION DES SYSTÈMES D'AÉRATION PASSIVE, VENTILATION MÉCANIQUE, AIR-CONDITIONNÉ ET FILTRES HORS HÔPITAL ET INSTITUTIONS DE SOINS

MAI 2020
CSS N° 9599

.be

DROITS D'AUTEUR

Service public Fédéral de la Santé publique, de la Sécurité de la Chaîne alimentaire et de l'Environnement

Conseil Supérieur de la Santé
Place Victor Horta 40 bte 10
B-1060 Bruxelles

Tél.: 02/524 97 97
E-mail: info.hgr-css@health.belgium.be

Tous droits d'auteur réservés.
Veuillez citer cette publication de la façon suivante:
Conseil Supérieur de la Santé. SARS-CoV-2 et l'utilisation des systèmes d'aération passive, ventilation mécanique, air-conditionné et filtres hors hôpital et institutions de soins. Bruxelles: CSS; 2020. Avis n° 9599.

La version intégrale de l'avis peut être téléchargés à partir de la page web: **www.css-hgr.be**

Cette publication ne peut être vendue

Conseil
Supérieur de la Santé

AVIS DU CONSEIL SUPERIEUR DE LA SANTE N° 9599

SARS-CoV-2 et l'utilisation des systèmes d'aération passive, ventilation mécanique, air-conditionné et filtres hors hôpital et institutions de soins

In this scientific advisory report, which offers guidance to public health policy-makers, public building managers and HVAC technicians, the Superior Health Council of Belgium provides an expert opinion and special recommendations on the use, outside hospitals and care institutions, of passive ventilation systems, mechanical ventilation, air-conditioning and filters to prevent potential airborne transmission of SARS-COV-2

Version validée en urgence par le Bureau du Collège
le 25 mai 2020[1]

Version validée par le Collège du
3 juin 2020

I INTRODUCTION ET QUESTION

L'avis du Conseil Supérieur de la Santé (CSS) a été sollicité, le 29 avril 2020, par Philippe De Backer, ministre de l'Agenda numérique, des Télécommunications et de la Poste, chargé de la Simplification administrative, de la Lutte contre la fraude sociale, de la Protection de la vie privée et de la Mer du Nord, au sujet d'une demande urgente concernant la propagation du virus Sars-Cov-2 via les installations de chauffage, ventilation et climatisation (CVC) dans les bâtiments non hospitaliers.

La demande émane au départ d'AG Real Estate, une filiale d'AG Insurance et principal acteur de l'immobilier privé en Belgique, qui souhaite remettre en service les installations techniques de chauffage, ventilation et climatisation de leurs bâtiments (bureaux, entrepôts, centres commerciaux), en garantissant la sécurité des occupants.

Certains articles scientifiques évoquent en effet des cas de transmission du virus via ce type d'installations.

Deux mesures ont déjà été prises par cet acteur de l'immobilier :

- La ventilation des bureaux fonctionne avec 100 % d'air frais. Les systèmes économes en énergie, qui mélangent partiellement l'air frais extérieur avec l'air qui a déjà circulé dans les bâtiments ont été mis à l'arrêt. Les systèmes dans lesquels l'air récupéré à l'entrée n'est PAS mélangé à l'air frais extérieur, sont, quant à eux, maintenus pour l'instant. Par exemple, l'air récupéré des bureaux est utilisé pour ventiler les parkings ou le hall d'entrée.
- Les groupes de ventilation d'extraction des installations sanitaires sont gérés séparément et fonctionnent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, pour réduire le risque plus élevé dans ces zones.

[1] Le Conseil se réserve le droit de pouvoir apporter, à tout moment, des corrections typographiques mineures à ce document. Par contre, les corrections de sens sont d'office reprises dans un erratum et donnent lieu à une nouvelle version de l'avis.

Les questions posées sont les suivantes :

1. Quel est le point de vue des scientifiques sur le concept qui consiste à interrompre l'air de récupération dans les groupes d'air, où il y a un mélange d'air frais et d'air récupéré, et de ne ventiler qu'avec de l'air frais extérieur ?

2. Est-il nécessaire de ventiler les installations sanitaires 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 ? (cela se fait toujours par extraction, les locaux sanitaires sont en sous-pression par rapport aux bureaux). Ou cela est-il considéré excessif ?

3. Est-il également nécessaire de couper l'air de récupération des bureaux vers les parkings ou le hall d'entrée, par exemple, s'il n'y a PAS eu de mélange avec de l'air frais provenant de l'extérieur ?

   Ce flux d'air est-il nécessaire ou peut-il continuer à se maintenir ? (La ventilation du parking est souvent exigée dans les permis d'environnement.)

4. L'ozone est-il un moyen approprié pour tuer avec 100 % de certitude le coronavirus qui circulerait dans nos conduits d'air ? Est-ce que cette technique est recommandée lorsque les locaux ne sont pas occupés ?

5. Existe-t-il d'autres technologies ou solutions qui nous permettent de garantir à nos nombreux locataires, en tant qu'assureurs, que l'exposition au coronavirus via l'installation CVC est parfaitement maîtrisée ?

(Donc : certains produits que l'on peut pulvériser, sans effets secondaires nocifs ? Utiliser la lumière UV ? Mais peut-on l'appliquer compte tenu du débit colossal ? Nous avons des groupes d'air qui se déplacent à 100 000 m³/h...)

6. Peut-on trouver de la littérature scientifique sur ce sujet ? Quel est l'état de la science dans ce domaine ?

7. Existe-t-il des laboratoires reconnus qui souhaitent ou sont en mesure d'effectuer des mesures sur les particules virales dans les systèmes de ventilation ?

A côté de ces questions posées via M. Philippe De Backer, le CSS a jugé utile de donner des recommandations pour les particuliers.

Étant donné l'extrême urgence de la demande, celle-ci a été directement transmise à une sélection d'experts issus des domaines de l'infectiologie, de la microbiologie, de l'hygiène hospitalière et de la toxicologie. Une version préliminaire de l'avis a été validée en urgence par le Bureau du Collège du CSS le 25 mai 2020. Il a ensuite été validé de façon définitive par le Collège le 3 juin 2020.

Liste des abréviations

ATIC	Association Royale de la Technique du chauffage, de la ventilation et de la climatisation
BELAC	*Belgische Accreditatie-instelling* - Organisme Belge d'Accréditation
CSS	Conseil supérieur de la Santé
CDC	*Centers for Disease Control and Prevention*
Covid-19	*Coronavirus disease 2019*
CVC	Chauffage – Ventilation - Climatisation
HCSP	Haut Conseil de la santé publique (France)
HEPA	*High Efficiency Particulate Air* (filters)
HVAC	*Heating, ventilation and air-conditioning*
MR	Maison de repos
MRS	Maison de repos et de soins
OMS	Organisation mondiale de la Santé *(WHO)*
REHVA	Fédération européenne des associations de chauffage, de ventilation et de climatisation (*Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning associations*)
RT-PCR	*Reverse transcription-polymerase chain reaction*
SARS	*Severe Acute Respiratory Syndrome*
VMC	Ventilation mécanique contrôlée

Mots clés et MeSH *descriptor terms*[2]

Mesh terms*	**Keywords**	**Sleutelwoorden**	**Mots clés**	**Schlüsselwörter**
COVID-19	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2	SARS-CoV-2
Environment, controlled	HVAC	HVAC	CVC	HLK
Disinfection	Disinfection	Ontsmetting	Désinfection	Desinfektion
	Office buildings	Kantoorgebouwen	Immeubles de bureaux	Bürogebäude

MeSH (Medical Subject Headings) is de thesaurus van de NLM (National Library of Medicine) met gecontroleerde trefwoorden die worden gebruikt voor het indexeren van artikelen voor PubMed http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh.

[2] Le Conseil tient à préciser que les termes MeSH et mots-clés sont utilisés à des fins de référencement et de définition aisés du scope de l'avis. Pour de plus amples informations, voir le chapitre « méthodologie ».

II CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Avant tout, le CSS rappelle que les recommandations classiques de confinement en cas de symptômes, de distanciation physique, de respect d'un nombre maximal de personnes par m^2 dans un espace clos, d'hygiène des mains, de minimisation de la propagation lors de la toux, du port du masque, etc. sont indispensables pour limiter le risque à un niveau acceptable au vu de la situation belge actuelle.
Le renforcement de l'hygiène des surfaces est efficace et prioritaire.

Ensuite, bien que le potentiel de transmission du virus SARS-CoV-2 par voie aérienne (cf. point III.2) n'a pas encore été clairement établi, le virus reste viable en aérosol pendant au moins 3 heures et les suspicions d'une infection par aérosol dans certaines circonstances se multiplient.
L'aération et la ventilation des locaux sont donc des éléments clés à prendre en compte pour diminuer ce risque de transmission aéroportée.

1 Utilisation d'air frais extérieur uniquement

Quel est le point de vue des scientifiques sur le concept qui consiste à interrompre l'air de récupération dans les groupes d'air, où il y a un mélange d'air frais et d'air récupéré, et de ne ventiler qu'avec de l'air frais extérieur ?

En extérieur et dans les environnements clos de grands volumes, le risque de transmission par aérosol du virus SARS-CoV-2 paraît très faible compte tenu de la dilution des aérosols viraux (HCSP b, 2020).

Par mesure de précaution, et à côté des mesures d'hygiène standard habituelles (lavage des mains, lavage et désinfection régulière des surfaces, distanciation sociale, etc.), le CSS recommande de suivre les recommandations du REHVA (Fédération européenne des associations de chauffage, de ventilation et de climatisation ; 2020), relayées en Belgique par l'ATIC[3] (Association Royale de la Technique du chauffage, de la ventilation et de la climatisation) notamment **en désactivant la recirculation d'air et en augmentant l'arrivée et l'extraction d'air.** Ce faisant, il faut veiller à ce que l'air extérieur soit aspiré à un endroit où la contamination de l'air est la plus faible possible.

Etant donné que des particules virales circulant dans les conduits d'air extrait pourraient être réintroduites dans le circuit d'amenée d'air lorsqu'il y a un dispositif de recirculation, la recommandation est de faire fonctionner tout le système **uniquement avec de l'air frais et de couper les volets de recirculation**. Les filtres qui ne sont pas HEPA, dont sont dotés les blocs de recirculation ne sont pas suffisants pour filtrer le SARS-CoV-2.

Il est de plus recommandé **d'augmenter la durée de fonctionnement des systèmes de ventilation**, en démarrant le système au moins 2 heures avant l'utilisation des locaux jusqu'à 2 heures après la fin de l'utilisation de ceux-ci.

Il est recommandé par le REHVA de maintenir une ventilation permanente 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, en abaissant le débit lors des périodes d'inoccupation.

[3] www.atic.be

Remarque technique : certains groupes actuels de ventilation ne sont pas dimensionnés pour pouvoir fonctionner avec 100 % d'air neuf ; les dimensions des gaines étant inférieures à celles permettant un débit maximal implique en effet un taux d'air frais entrant inférieur à 100 %, et donc une partie de l'air recircule obligatoirement. Il est prudent, lors des modifications, de mettre en dépression les zones où le personnel est exposé. Dans le cas où le fonctionnement en 100 % d'air frais n'est pas possible, une filtration HEPA de minimum H13 sur l'extraction et la pulsion est nécessaire pour autoriser la recirculation.

2 Installations sanitaires

Est-il nécessaire de ventiler les installations sanitaires 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 ? (cela se fait toujours par extraction, les locaux sanitaires sont en sous-pression par rapport aux bureaux). Ou cela est-il considéré excessif ?

Même s'il y a jusqu'à présent aucune transmission féco-orale documentée, il a été démontré que le virus est excrété via les fèces. Les installations sanitaires constituent un lieu de production continue d'aérosols (chasse d'eau des toilettes, robinet, sèche-mains à air chaud pulsé).
Les locaux sanitaires sont de plus généralement assez exigus, confinés et peu aérés.

Par conséquent, les systèmes de ventilation des installations sanitaires jouent un rôle potentiel dans la propagation du SARS-CoV-2.

La ventilation des locaux sanitaires fermés est indispensable (humidité, taux de CO_2, air neuf nécessaire, …).
Pour les sanitaires avec des fenêtres une ventilation naturelle est suffisante (ventilation par les fenêtres).

Il est dès lors recommandé :

- **d'installer des serviettes en papier jetable et de condamner les sèche-mains à air chaud pulsé ;**
- **de demander aux utilisateurs de fermer le couvercle des toilettes avant de tirer la chasse ;**
- **d'augmenter l'aération et de laisser fonctionner la ventilation en continu (24h sur 24 et 7 jours sur 7) ; laisser fonctionner à vitesse réduite la nuit et les week-ends.**

Remarque technique : Il faudra veiller à ne pas créer un déséquilibre de pression, en coupant ou en diminuant trop la pulsion et à ne pas mettre en dépression d'autres locaux que les sanitaires, locaux qui ne peuvent pas connaitre une dépression. En effet, les locaux environnants ne peuvent jamais être à une pression inférieure aux sanitaires, afin d'éviter que l'air contaminé ne retourne vers les autres locaux.

3 Air de récupération des bureaux vers les parkings / hall d'entrée

Est-il également nécessaire de couper l'air de récupération des bureaux vers les parkings ou le hall d'entrée, par exemple, s'il n'y a PAS eu de mélange avec de l'air frais provenant de l'extérieur ?
Ce flux d'air est-il nécessaire ou peut-il continuer à se maintenir ? (La ventilation du parking est souvent exigée dans les permis d'environnement.)

Le principe général de couper la recirculation devrait être suivi si possible.

Le hall d'entrée peut être une zone d'attente pour les visiteurs et du personnel d'accueil peut y travailler. Il est donc recommandé de ne pas y pulser de l'air potentiellement contaminé venant des bureaux.

En ce qui concerne les parkings, l'air des bureaux, potentiellement contaminé, pourrait également les contaminer le cas échéant. S'il n'y a pas d'amenée possible d'air frais, le risque de stagnation de CO doit être considéré comme à prévenir prioritairement. Le CSS recommande donc de maintenir absolument une ventilation. Les personnes ne peuvent pas y séjourner plus que le temps nécessaire à récupérer / garer leur véhicule. Il est néanmoins recommandé de maintenir l'extraction, afin de faire circuler de l'air neuf et éviter les zones en dépression.

Remarque technique : en toute situation, il faudra vérifier que la zone des parkings soit toujours bien ventilée pour éviter une montée en CO, et ne soit pas en dépression. Pour diminuer le risque de transmission du virus dans les parkings, la recirculation de l'air venant des bureaux / locaux commerciaux doit être coupée, et l'air des parkings doit être remplacé par de l'air frais extérieur, prélevé via des prises d'air correctement positionnées pour introduire de l'air propre (par ex. le plus loin possible des rues où le trafic est dense).

Il faut aussi conserver les groupes de ventilation opérationnels pour certaines zones et pour les commandes pompiers.

4 Ozone comme moyen de désinfection

L'ozone est-il un moyen approprié pour tuer avec 100 % de certitude le coronavirus qui circulerait dans nos conduits d'air ?

L'utilisation de l'ozone n'est **pas recommandée** pour éliminer le SARS-CoV-2 dans les lieux publics (CSS 9593, 2020).

5 Autres technologies de désinfection / inactivation

Existe-t-il d'autres technologies ou solutions qui nous permettent de garantir à nos nombreux locataires, en tant qu'assureurs, que l'exposition au Corona via l'installation CVC est parfaitement maîtrisée ?
(Donc : certains produits que l'on peut pulvériser, sans effets secondaires nocifs ? Utiliser la lumière UV ? Mais peut-on l'appliquer compte tenu du débit colossal ? Nous avons des groupes d'air qui se déplacent à 100 000 m³/h...)

Différents systèmes de désinfection complémentaires au filtre HEPA comme l'ozone, des biocides, les rayons UV, etc. (CSS 9494, 2020), etc. sont de faible intérêt pour diminuer la transmission du SARS-CoV-2 pour les espaces de gros volumes où la contamination est peu importante. Ces dispositifs doivent être réservés à certaines unités hospitalières ou de soins.
De plus, l'absence de risques pour la santé de ces dispositifs n'est pas démontrée.

Enfin, certains produits peuvent abimer les installations (corrosion, absorption du produit puis rejet ultérieur pendant un certain temps).

En-dehors du secteur hospitalier, **l'installation des UV-C dans des endroits peuplés n'est pas recommandée** pour des raisons de sécurité, tant dans des lieux fermés que des lieux ouverts.

D'autre part, le REHVA a conclu que **le nettoyage des conduits de ventilation n'avait pas d'effet pratique**, car le réseau de ventilation n'est pas en soi une source de contamination si

les recommandations d'augmentation de la durée de ventilation et d'arrêt de la recirculation sont respectées.

Toutes les solutions impliquant des systèmes de ventilation performants ou une technologie hautement avancée de type HEPA, ozone, UV-C, etc. procureraient donc un faux sentiment de sécurité et pourraient détourner l'attention des règles qui sont, quant à elles, efficaces, simples, peu coûteuses, peu énergivores et surtout non toxiques.

6 Littérature scientifique

Peut-on trouver de la littérature scientifique sur ce sujet ? Quel est l'état de la science dans ce domaine ?

Les références scientifiques consultées sont reprises en fin d'avis.

7 Laboratoires reconnus

Existe-t-il des laboratoires reconnus qui souhaitent ou sont en mesure d'effectuer des mesures sur les particules virales dans les systèmes de ventilation ?

Cette question a déjà donné lieu à une réponse de la part de Sciensano, résumée en annexe 1.
D'autre part, l'Organisme Belge d'Accréditation BELAC, placé sous la responsabilité du SPF Economie (https://economie.fgov.be/belac) peut sans doute répondre également à cette question.

8 Recommandations pour les particuliers

Dans les habitats individuels où séjourne un malade, le Haut Conseil de santé publique français (HCSP) recommande **d'aérer ponctuellement par ouverture en grand des fenêtres pendant minimum 15 minutes et au moins 3 fois par jour**, en particulier pendant les épisodes de forte émission de gouttelettes.

> « La stratégie consiste à ventiler par ouverture en grand des fenêtres cette pièce de façon séparée du logement en maintenant fermée la porte de la pièce, et en assurant le plus possible son étanchéité (calfeutrage par boudin de bas de porte) vers le reste du logement. Tout en assurant la sécurité des locaux, il est important de profiter de la nuit pour aérer en continu les locaux inoccupés pendant une plus longue période si les conditions climatiques le permettent. ».

Il faut s'assurer que l'aération se fasse vers l'extérieur et non pas vers d'autres pièces occupées par des personnes.

Il n'y a pas de preuve clinique directe de l'avantage des purificateurs d'air portables (à filtre, combiné ou non à l'ozone, les UV-C, etc.) pour réduire le risque de transmission de maladies infectieuses.

III ELABORATION ET ARGUMENTATION

1 Introduction – principes généraux de ventilation

Le chauffage, ventilation et climatisation (en abrégé CVC), soit en anglais *heating, ventilation and air-conditioning* (en abrégé HVAC) est un ensemble de domaines techniques permettant un confort environnemental intérieur.
Son but est d'assurer un confort thermique, hygrométrique, de sécurité, de pression et une qualité de l'air (en limitant les polluants chimiques et microbiologiques, le dioxyde de carbone (CO_2), les odeurs, etc.).

Le CVC est un élément important de tous types de constructions et bâtiments, que ce soit des maisons individuelles, des immeubles d'appartements, des bureaux, des hôtels, des institutions de soins et des hôpitaux, des petits magasins aux grands centres commerciaux, ainsi que les véhicules (voitures, trains, avions, navires).

Plus particulièrement, la ventilation (le "V" dans HVAC) est le processus d'échange ou de remplacement de l'air qui implique le contrôle de la température, le réapprovisionnement en oxygène et l'élimination de l'humidité, des odeurs, de la fumée, de la chaleur, de la poussière, des agents biologiques (bactéries, virus) en suspension dans l'air, du CO_2~~dioxyde de carbone~~ et d'autres gaz.
La ventilation comprend à la fois l'échange d'air vers l'extérieur et la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment. C'est l'un des facteurs les plus importants pour maintenir une qualité acceptable de l'air intérieur des bâtiments. Elle introduit l'air extérieur, maintient la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment et empêche la stagnation de l'air intérieur.

Selon le Haut Conseil de santé publique français (HCSP a, 2020), les méthodes de ventilation d'un bâtiment peuvent être divisées en trois types :

- La ventilation naturelle ou aération par ouverture des ouvrants extérieurs (fenêtres, portes). Le renouvellement d'air par ouverture des fenêtres dépend d'un nombre important de paramètres tels que le vent, la température extérieure, le type de fenêtre, la surface et la durée d'ouverture.
- La ventilation naturelle par conduits à tirage naturel : l'air extérieur entre par des orifices d'entrée généralement disposés au-dessus des fenêtres et extrait par des conduits d'évacuation.
- La ventilation mécanique contrôlée (VMC) : l'air vicié est extrait mécaniquement (groupe moto-ventilateur) et rejeté à l'extérieur via des conduits d'évacuation. Ce dispositif met les pièces en légère dépression par rapport à la pression extérieure. Dans la ventilation mécanique, on peut
    - travailler exclusivement avec de l'air frais,
    - ou recycler tout l'air du volume principal et le pulser par exemple vers des parkings ;
    - ou recycler une partie de l'air ayant déjà circulé dans le bâtiment en le mélangeant à de l'air frais.

Les systèmes de ventilation mécaniques contiennent des filtres pour assurer d'une part une protection contre la contamination qui conduirait à des dysfonctionnements et des dommages du système, et d'autre part pour assurer la qualité de l'air adéquate pour les utilisateurs.

Le nettoyage et la filtration de l'air permettent d'éliminer les particules, les contaminants, les vapeurs et les gaz de l'air. L'air filtré et nettoyé est ensuite utilisé pour le chauffage, la ventilation et la climatisation. C'est donc un élément important à prendre en compte lors de la protection de l'environnement d'un bâtiment.

2 Modes de transmission du SARS-CoV-2

Les principaux modes de transmission du virus SARS-Cov-2 évoqués dans la littérature (par ex. HCSP a, 17/03/2020) sont :

- la transmission directe par l'inhalation de gouttelettes (de 5 à 10 µm) émises par un individu lors de la toux, d'éternuements et de la parole ;
- la transmission par contact direct de ces gouttelettes avec les muqueuses de la bouche, du nez ou des yeux.
- la transmission par contact avec des surfaces contaminées, puis par auto administration sur les muqueuses des yeux, du nez ou de la bouche.

Dans ce contexte, l'accent a surtout été mis sur les grosses particules, visibles à l'œil nu, expulsées lors de la toux et des éternuements, qui s'évaporent lentement et se déposent rapidement sur les surfaces, avant de sécher. Mais de grandes quantités de particules invisibles à l'œil nu, de taille suffisante pour transporter une variété de pathogènes transmissibles sont également produites, y compris durant la parole. Ces petites particules peuvent rapidement sécher et rester en suspension dans l'air. Les sujets asymptomatiques expirent surtout des particules fines virales (HCSP b, 2020).

Cependant, comme le rappelle le HCSP (France ; HCSP a, 17/03/2020),

> « la présence d'un virus dans l'air ne signifie pas qu'il est infectieux […]. Il n'existe pas d'études prouvant une transmission interhumaine du virus par des aérosols sur de longues distances. Néanmoins, s'il existe, ce mode de transmission n'est pas le mode de transmission majoritaire. »

Par conséquent, la contribution des petites particules respirables, parfois appelées aérosols ou noyaux de gouttelettes, à la transmission par voie aérienne est actuellement incertaine.

> « Un aérosol infectieux est un ensemble de particules chargées de pathogènes dans l'air. Les particules d'aérosol peuvent se déposer sur une personne ou être inhalées par celle-ci. La transmission par aérosol est biologiquement plausible lorsque (1) des aérosols infectieux sont générés par ou à partir d'une personne infectieuse, (2) l'agent pathogène reste viable dans l'environnement pendant un certain temps et (3) les tissus cibles dans lesquels l'agent pathogène déclenche l'infection sont accessibles à l'aérosol. » (HCSP b, 2020)

En réalité, le potentiel de transmission du SRAS-CoV-2 par voie aérienne est une question extrêmement controversée, ce qui explique les recommandations contradictoires délivrées à ce sujet par le CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) et l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Si le CDC (2020) rejoint le point de vue du HCSP cité ci-dessus et considère la transmission par voie aérienne de personne à personne sur de longues distances peu probable, il recommande néanmoins des mesures de précaution contre la transmission par voie aérienne. En revanche, l'OMS ne recommande que les précautions standard pour les patients suspects ou confirmés Covid-19, et des précautions supplémentaires uniquement pour les procédures générant des aérosols.

Dans une étude récente (Santarpia et al., 2020) relative aux prélèvements d'environnement des chambres de patients atteints de Covid-19, de nombreuses surfaces, des toilettes et des échantillons d'air présentaient des signes de contamination virale, indiquant que le SARS-CoV-2 se dissémine dans l'environnement sous forme de particules expirées, lors de l'utilisation des toilettes et par contact avec des surfaces. L'étude démontre donc la dissémination à distance du virus mais n'apporte pas la preuve que le virus est encore infectant à distance.

Banik et Ulrich (2020) ont également exposé plusieurs arguments pour considérer la transmission aérienne du SARS-CoV-2 plausible :

- La transmission par aérosol est un mode de transmission important pour d'autres virus respiratoires, comme le SARS, le MERS, l'influenza A.
- Un nombre croissant d'enquêtes épidémiologiques indiquent une transmission par voie aérienne pendant la période pré-symptomatique.
- Plusieurs études d'observation de patients atteints de Covid-19 fournissent des preuves de la transmission du SARS-CoV-2 par voie aérienne.
- Des expériences menées dans des conditions de laboratoire contrôlées fournissent des preuves supplémentaires de la transmission du SARS-CoV-2 par voie aérienne.

Selon Correia et al. (2020), même si la transmission aérienne du coronavirus n'a pas encore été clairement établie, cette possibilité doit être envisagée, car le virus reste viable en aérosol pendant au moins 3 heures et les suspicions d'une infection par aérosol se multiplient. Le port d'un masque est la meilleure intervention pour prévenir l'infection.

Le HCSP (HCSP b, 2020) ajoute :

> « Il n'y a pas encore de données spécifiques permettant de décrire la diffusion de l'aérosol de particules fines vectrices de virus viable dans une structure comme un magasin ou un transport collectif. Néanmoins, ces données partielles militent en faveur d'une contamination des espaces clos à distance des patients émetteurs, en particulier lorsque cet espace est petit et qu'il y a plusieurs patients dans le même espace. »

En conclusion, comme le relève également Sciensano (2020), plusieurs types d'études, dont des études basées sur des prélèvements dans les chambres des patients, des études d'observation, ainsi que des expériences menées dans des conditions de laboratoire, indiquent la possibilité que le virus SARS-CoV-2 soit transmis par la voie aérienne sur de longues distances. En ce qui concerne les études basées sur des expériences, leurs résultats doivent toutefois être interprétés avec prudence, car les circonstances expérimentales ne sont pas représentatives des circonstances de la vie réelle. Un autre élément à prendre en compte dans ce contexte est le fait que la ventilation naturelle dilue les aérosols.

3 Rôle de la ventilation

3.1.1 Etudes / Cas

Lu et al (2020) ont décrit un cas de contamination dans un restaurant climatisé à Guangzhou, en Chine, impliquant trois groupes de familles. Selon les auteurs, des gouttelettes venant d'un sujet malade ont été transportées via le flux d'air de l'air climatisé jusqu'à deux autres familles qui ont été ainsi contaminées. La conclusion était que pour prévenir la propagation du virus dans les restaurants, il est recommandé d'augmenter la distance entre les tables et d'améliorer la ventilation.

D'autres cas décrits au Japon, en Allemagne et sur le navire de croisière Diamond Princess ont amené Correia et al. (2020) à estimer que la transmission du SARS-CoV-2 par voie aérienne est possible et que les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, lorsqu'ils ne sont pas utilisés correctement, peuvent contribuer à la transmission du virus. Les auteurs ont examiné l'impact possible des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation dans les bâtiments, tels que les hôpitaux ou autres établissements de santé, en tant que facteurs de propagation du virus. Les particules en suspension dans l'air qui se diffusent peuvent être transportées par les mouvements d'air dus aux systèmes de ventilation. La formation d'aérosols permet au virus d'être transporté sur de plus longues distances par le flux d'air.

3.1.2 Stratégies générales de limitation des risques

Ventiler une pièce avec 100 % d'air frais, évite l'accumulation de virus dans celle-ci, l'air étant brassé et remplacé plusieurs fois par heure. A contrario, une pièce non ventilée laisse s'accumuler des virus en suspension.

Le HCSP (HCSP a, 2020) voit deux stratégies afin de limiter les risques de transmission par voie aéroportée d'un virus dans un bâtiment :

- « Des mesures de **dilution et de calfeutrage** : l'ouverture des fenêtres permet, par exemple, de favoriser l'apport d'air neuf et le renouvellement d'air. Le calfeutrage des sections de passage de l'air d'une pièce à l'autre, est une mesure barrière permettant de limiter la dispersion de l'aérosol viral ;
- Des mesures de **limitation de la dispersion** par les réseaux aérauliques par filtration, voire par inactivation : la filtration dans un réseau de distribution d'air est une mesure barrière permettant de limiter la dispersion de l'aérosol viral par les réseaux aérauliques. ».

Les mesures de dilution par aération et de vérification du bon fonctionnement des systèmes de ventilation sont donc à privilégier. Il faudra être particulièrement attentif à organiser une ventilation également dans les pièces fermées sans ventilation naturelle possible.

Avec des fenêtres et des portes ouvertes dans un bâtiment de soins de santé moderne, une moyenne de 17 renouvellements d'air/h est générée (Escombe et al., 2007), ce qui est plus que le minimum de 12 renouvellements d'air/h qui est recommandé par l'OMS lors des procédures de génération d'aérosols (WHO b, 2020).
Dans la procédure « Maitrise des infections à SARS-CoV-2 pour la pratique dentaire » (Sciensano, 2020), il est conclu que « 2,5 renouvellements d'air sont exigés pour obtenir une réduction de 90% des contaminants d'air. ». Le temps de renouvellement d'air par heure en ventilation naturelle dépend de nombreux facteurs comme la taille de la pièce, le vent, l'orientation, etc. Le tableau ci-dessous reprend des indications de renouvellements d'air/h typiques dans des différentes conditions (sur base de Laussmann et Helm, 2011).

	Renouvellements d'air/h typiques	Temps exigé pour obtenir une réduction de 90% de contaminants de l'air (2,5 renouvellements d'air)
Fenêtres fermées sans ventilation mécanique	0,1 - 0,5	5 - 25 heures[4]
Fenêtre ouverte en bascule (un côté)	1-2	1h15'-2h
Pièce sans fenêtres avec ventilation mécanique	4	37 minutes
Pièce sans fenêtre avec ventilation mécanique en sur-ventilation	8	20 minutes
Fenêtres grandes ouvertes	+-10	15 minutes
Fenêtres grandes ouvertes des côtés opposées de la pièce	+-40	5 minutes

<u>Remarque technique</u> : l'augmentation mécanique de la ventilation n'est pas toujours possible. Augmenter la ventilation peut se faire en augmentant la vitesse (adaptation des tuyauteries, moteurs, poulies, pertes de charges, grilles terminales, organes de réglages, etc.), mais dépendra aussi du dimensionnement de base et de la marge encore éventuellement disponible.

[4] sans tenir compte du fait que la charge virale de SARS-CoV-2 dans les aérosols se réduit de la moitié chaque 1,1h

3.1.3 Types de bâtiments / locaux

Dans les habitats individuels où séjourne un malade, le HCSP recommande d'aérer ponctuellement par ouverture en grand des fenêtres pendant minimum 15 minutes et au moins 3 fois par jour, en particulier pendant les épisodes de forte émission de gouttelettes.

> « La stratégie consiste à ventiler par ouverture en grand des fenêtres cette pièce de façon séparée du logement en maintenant fermée la porte de la pièce, et en assurant le plus possible son étanchéité (calfeutrage par boudin de bas de porte) vers le reste du logement. Tout en assurant la sécurité des locaux, il est important de profiter de la nuit pour aérer en continu les locaux inoccupés pendant une plus longue période si les conditions climatiques le permettent. ».

Il faut s'assurer que l'aération se fasse vers l'extérieur et non pas vers d'autres pièces occupées par des personnes.
Les recommandations de Sciensano « Conseils d'hygiène au patient qui présente des symptômes d'infection au Covid-19 et est en isolement à la maison » (version 4 mai 2020) recommandent simplement « Ouvrez aussi souvent que possible les fenêtres de la pièce où reste le malade. »

Dans les établissements hospitaliers et médicaux, l'élimination des contaminants intérieurs est réalisée via le renouvellement d'air des salles. Par exemple, pour une salle d'opération, le taux recommandé de renouvellement d'air est de 15 à 20 fois le volume de la salle par heure (CSS 8573, 2013).
La ventilation favorise la dilution de l'air ambiant autour d'une source et l'élimination des agents infectieux. Cependant, des facteurs liés aux systèmes de CVC dans les bâtiments jouent un rôle dans la transmission des agents pathogènes dans l'air. En outre, la propagation de l'agent infectieux parmi les patients peut être facilitée par des conduits communs, où il n'y a pas de filtres HEPA. En cas de recirculation, les systèmes de ventilation ont été signalés comme un moyen de transmission/propagation de maladies infectieuses telles que la rougeole, la tuberculose, la varicelle, la grippe, la variole et le SARS (Correia et al., 2020).

L'OMS (WHO a, 2019), dans son rapport sur les mesures visant à minimiser le risque et l'impact de l'épidémie d'influenza, recommande aussi d'augmenter la ventilation.

En extérieur et dans les environnements clos de grand volume, le risque de transmission par aérosol du virus SARS-CoV-2 paraît très faible compte tenu de la dilution des aérosols viraux (HCSP b, 2020).

Environnements clos et confinés
En milieu clos de soins, comme une chambre de patient infecté et excrétant ou dans les environnements intérieurs clos, confinés, mal aérés ou insuffisamment ventilés, le risque de transmission par aérosol du virus SARS-CoV-2 ne peut être exclu (HCSP b, 2020).

Cas particulier des sanitaires
Les installations sanitaires doivent également être considérées comme un facteur possible de propagation du virus (Correia et al. 2020). En effet, celles-ci constituent un lieu de production continue d'aérosols. Or, même s'il y a jusqu'à présent aucune transmission féco-orale documentée, il a été par contre démontré que le virus est excrété via les fèces (Tian, Y. et al., 2020) ; Chen Y. et al., 2020 ; Wang W. et al., 2020 ; Hindson J., 2020).
Lors du tirage de la chasse d'eau, les turbulences engendrées par le remplacement du contenu de la cuvette, les remous causés par le robinet et le souffle du sèche-mains (humides) génèrent des aérosols susceptibles de contaminer l'air ambiant, les surfaces environnantes comme le lavabo, ou atteindre directement les muqueuses de la bouche, du nez et des yeux par inhalation ou contact.

Les actions pratiques recommandées sont :

- le couvercle de la cuvette doit donc être rabattu avant le déclenchement de la chasse ;
- les serviettes en papier jetables sont à privilégier aux sèche-mains à air chaud pulsé ;
- les poubelles doivent être dès lors munies d'un couvercle actionnable des pieds.

A cela s'ajoute que les locaux sanitaires sont généralement assez exigus et confinés : l'air y circule mal. Ces locaux doivent dès lors être aérés / ventilés en continu.

Par conséquent, les systèmes de ventilation des installations sanitaires jouent dès lors un rôle potentiel dans la propagation du SARS-CoV-2 (Correia et al., 2020).

3.1.4 Recommandations spécifiques pour la ventilation

Pour l'Association Royale de la Technique du chauffage, de la ventilation et de la climatisation (ATIC), même si, « en ce moment on ne suppose pas que la transmission se fait par l'air ou par voie sanitaire […], le principe de précaution […] doit être appliqué. Prendre des mesures préventives semble raisonnable. »
Le REHVA a récemment publié une mise à jour de son guide sur le fonctionnement et l'utilisation des équipements techniques des bâtiments afin de prévenir la propagation du virus du Covid-19 sur les lieux de travail. Ce document suggère des changements dans le fonctionnement des systèmes CVC afin de « prévenir la propagation de la Covid-19 en fonction des facteurs liés aux systèmes CVC ou de plomberie ». Les recommandations portent principalement sur l'arrêt de la recirculation de l'air et l'augmentation du débit d'air extérieur.

Ces recommandations sont celles-ci : «

- Assurer la ventilation des espaces avec de l'air extérieur
- Basculer la ventilation à la vitesse nominale au moins deux heures avant le début de la période d'occupation du bâtiment et passer à une vitesse inférieure deux heures après la fin de la période d'occupation du bâtiment
- La nuit et le week-end, ne pas désactiver la ventilation, mais laisser les systèmes fonctionner à une vitesse réduite
- Assurer une aération régulière par les fenêtres (même dans les bâtiments à ventilation mécanique)
- Garder la ventilation des toilettes en fonctionnement 24h/24 et 7 jours/7
- Éviter les fenêtres ouvertes dans les toilettes pour s'assurer du bon sens du flux d'air
- Demander aux occupants de l'immeuble d'actionner la chasse d'eau des toilettes avec le couvercle fermé
- Basculer les unités de traitement d'air avec recirculation à 100% d'air neuf
- Inspecter l'équipement de récupération de chaleur pour s'assurer que les fuites sont sous contrôle
- Éteindre ou sinon faire fonctionner les ventilo-convecteurs de sorte que les ventilateurs soient maintenus en fonctionnement de façon continue
- Ne pas modifier les points de consigne de chauffage, de refroidissement et d'humidification
- Ne pas prévoir de nettoyage des conduits pendant cette période
- Remplacer les filtres pour l'air extérieur et l'air extrait comme d'habitude, selon le calendrier d'entretien
- Respecter les mesures de protection habituelles, y compris une protection respiratoire lors des travaux de remplacement et d'entretien réguliers des filtres »

En plus des recommandations essentielles de couper l'air de récupération et de ne ventiler qu'avec de l'air frais extérieur, il faut veiller à ce que l'air extérieur soit aspiré à un endroit où la contamination de l'air est la plus faible possible. Le HCSP (HCSP b, 2020) mentionne l'étude à Hong Kong, lors de l'épidémie de SRAS, de modélisation des flux d'air (Yu et al., 2004) dans laquelle « le risque significativement plus élevé d'infection pour les habitants des étages supérieurs d'un bâtiment où se trouvaient des personnes infectées évoquait une voie de transmission par un flux d'air contaminé. »..

Remarques techniques liées aux recommandations de REHVA :

- S'il n'y a pas de ventilation mécanique, il faut au contraire laisser les fenêtres ouvertes dans les toilettes pour s'assurer une ventilation naturelle.
- Basculer les unités de traitement d'air avec recirculation à 100% d'air neuf : La recirculation est utilisée uniquement pour des raisons de gains énergétiques. Il n'est pas toujours possible de fonctionner avec 100 % d'air frais : en effet, contrairement au passé où il était toujours possible de faire fonctionner l'installation uniquement avec de l'air frais, certains groupes actuels ne sont pas dimensionnés pour pouvoir fonctionner avec 100 % d'air neuf – les dimensions des gaines étant inférieur au débit maximal, ce qui implique un taux d'air frais inférieur à 100 %.
- Il est prudent, lors des modifications, de rendre les zones en dépression. Dans le cas où le fonctionnement en 100 % d'air frais n'est pas possible, une filtration HEPA de minimum H13 sur l'extraction et la pulsion est nécessaire pour laisser la recirculation.
- Éteindre ou sinon faire fonctionner les ventilo-convecteurs de sorte que les ventilateurs soient maintenus en fonctionnement de façon continue : il faudra faire attention aux zones d'accumulation et prévoir un plan d'entretien adapté à cette situation.
- Il ne faut pas confondre les filtres des cassettes de climatisation – destinés à purifier l'air, et les grilles de ventilation dont les filtres grossiers ont pour objectif de protéger les moteurs. Ces filtres accumulent beaucoup de saleté et exigent un entretien régulier à définir selon le taux d'encrassage.

4 Filtres et autres dispositifs complémentaires

4.1 Filtres HEPA

Faire passer l'air sur des filtres HEPA, sans recours aux systèmes de désinfection basés sur les rayons UV ou l'ozone, etc. améliore la qualité de l'air et est tout à fait inoffensif pour la santé.
Notons toutefois que des filtres de haute efficacité peuvent être contre-productifs, car en accumulant très rapidement les particules, ils doivent être plus fréquemment changés ou sont susceptibles de provoquer une forte chute de pression qui aura pour conséquence que davantage d'air les contourne s'ils sont mal installés, et diminue la quantité d'air dans l'environnement (Dixon, 2020).

L'utilisation d'un filtre HEPA est probablement surtout utile dans les établissements médicaux, ainsi que dans des locaux confinés et sans aération. Il est donc superflu d'en équiper les systèmes de ventilation actuels des bâtiments de grand volume.

En ce qui concerne les systèmes de ventilation existants déjà équipés de filtres HEPA, aucune donnée dans la littérature n'indique la nécessité de remplacer de manière préventive les filtres HEPA au quartier opératoire. En revanche, il est primordial de veiller à l'entretien technique en routine des installations de traitement de l'air (CSS 8364, 2010), de procéder régulièrement aux tests d'intégrité pour mesurer l'efficacité des filtres HEPA, ainsi qu'à leur remplacement selon les recommandations du fabricant et de s'assurer de la sorte du bon fonctionnement du système de ventilation (CSS 8573, 2013).

Des mesures spécifiques de protection doivent être suivies par le personnel d'entretien chargé du remplacement des filtres : port de masques (selon les recommandations officielles édictées par Sciensano) et de gants au minimum, à jeter dans un sac scellé après l'opération.

Remarque technique : Une solution pour préserver les filtres HEPA est de prévoir des préfiltres lors du dimensionnement des groupes. Afin de mesurer la perte de charge et déterminer la période de remplacement des préfiltres, un déprimomètre devra être installé. La durée du filtre HEPA pourra être prolongée de façon importante.

4.2 Systèmes de désinfection complémentaires au filtre HEPA

Différents systèmes de désinfection complémentaires au filtre HEPA comme l'ozone, des biocides, les rayons UV, etc. existent. Leur intérêt dans la lutte contre le SARS-CoV-2 est probablement faible pour les espaces de gros volumes. Ces systèmes, par ailleurs coûteux et énergivores, doivent être réservés aux endroits au sein desquels la contamination est très importante, comme certaines unités des hôpitaux ou des MR-MRS (maisons de repos – maisons de repos et de soins), sans pour autant avoir de garantie à ce stade quant à leur utilité réelle.

4.2.1 Ozone comme moyen de désinfection

L'avis 9593 (CSS, 2020) concernant le « SARS-CoV-2 et l'utilisation de tunnels d'ozone pour « désinfecter » les charriots et les clients » mentionne que les propriétés oxydantes de l'ozone sur une multitude de microorganismes sont bien connues. Le SARS-CoV-2 étant relativement sensible à certains facteurs physiques et chimiques, il est donc probable que l'ozone ait un effet sur le SARS-CoV-2, mais davantage de données sont nécessaires à ce sujet.
Cependant, selon cet avis, une utilisation de l'ozone gazeux pendant une durée prolongée (au moins 10 minutes) et à une concentration élevée (10 à 20 ppm) est incompatible avec une présence humaine (irritations des yeux et des poumons). Une utilisation à des seuils permis par les autorités sanitaires pour l'exposition de la population à l'ozone est quant à elle probablement inefficace pour tuer les microorganismes.
La consommation d'énergie due à la production d'ozone par décharge électrique est un autre facteur limitant mentionné dans l'avis, à prendre en compte en cas d'extension large de cette technique.

Le CSS ne recommande donc pas l'usage de l'ozone comme moyen de désinfection.

4.2.2 Les UV-C comme moyen de désinfection

Les UV-C peuvent s'avérer efficaces pour limiter la transmission et la propagation des bactéries et virus à diffusion aérienne (Welch et al. 2018). Les effets des UV-C sont également prouvés quant à la désinfection des surfaces moyennant un nettoyage efficace préalable (Dexter et al, 2020).
En revanche, les effets des UV-C peuvent augmenter le risque de cancer et de dommages aux yeux. Ils sont donc déconseillés d'utilisation en présence humaine (WHO, 2019) ».

Cet avis fait également référence à un nouveau type d'UV-C récemment étudié, qui semble moins dangereux à manipuler, et qui inactive les virus et les bactéries (Welch et al. 2018, Buenanno et al. 2013 ; Buenanno et al. 2016 ; Buenanno et al. 2017). Ces UV-C dits « lointains » ont une longueur d'onde plus courte que les UV-C utilisés couramment et sont présentés comme une éventuelle solution contre le Covid-19. Des recherches complémentaires et des lignes directrices seront nécessaires pour l'installation d'UV-C lointains dans les lieux publics.

Toutefois, les détails du système sont très importants (par exemple, la conception des appareils, le type de lampe, l'emplacement de la lampe, la quantité et le mélange du flux d'air, le dimensionnement, etc.). Il n'a pas été démontré que le simple fait d'ajouter des UV à un système existant sans tenir compte de ces facteurs présente un avantage (Dixon, 2020). Les vitesses de l'air devraient être très faibles pour laisser le temps aux rayons UV d'agir sur la qualité de l'air, et le dimensionnement devrait être augmenté pour que cette solution soit pratique sur le terrain.

Etant donné l'absence d'efficacité démontrée, le CSS ne recommande pas l'usage des UV-C en dehors du milieu hospitalier.

4.2.3 Autres systèmes de désinfection

Selon Dixon (2020), **aucune des autres technologies** comme les générateurs de plasma, et autres technologies de purification d'air **n'ont prouvé qu'elles pouvaient réduire les infections** dans des bâtiments réels.
De même, il n'y a pas de preuve clinique directe de l'avantage des purificateurs d'air portables, plutôt à destination des particuliers, pour réduire le risque de maladies infectieuses.

4.2.4 Nettoyage des conduits

Dans ses recommandations sur le fonctionnement et l'utilisation des installations sanitaires et de conditionnement des bâtiments dans le cadre de la lutte contre le SARS-Cov-19, REHVA (2010) considère que **le nettoyage des conduits n'est pas efficace et n'est donc pas utile** :

> « **Le nettoyage des conduits n'a pas d'effet pratique.**
> On trouve des déclarations parfois intempestives recommandant le nettoyage des conduits de ventilation en vue d'éviter la transmission du SARS-CoV-2 via le système de ventilation. Le nettoyage des réseaux de ventilation n'est pas efficace contre la contamination pièce-à-pièce parce que le réseau de ventilation n'est pas en soi une source de contamination si les recommandations données plus haut, concernant les dispositifs de récupération de chaleur et de recirculation, sont respectées.

REHVA conclut que :

> Il est beaucoup plus important d'augmenter le débit d'air neuf et d'éviter la recirculation de l'air comme cela est indiqué plus haut. »

4.3 Conclusion

Avec les règles d'application dans le pays et les règles d'hygiène des mains et des surfaces renforcées, il n'y a pas d'évidence scientifique claire indiquant que le fait d'aller faire ses courses ou de se rendre au bureau soit une voie de contamination et de transmission importante du virus SARS-CoV-2.

Toutes les solutions de système de ventilation performant ou hautement technologiques de type HEPA ainsi que les méthodes de désinfection basées sur l'ozone ou les UV-C, etc. procureraient donc un faux sentiment de sécurité et pourraient réduire l'attention sur les règles qui sont-elles efficaces, simples, peu coûteuses, peu énergivores et surtout non toxiques.

5 Laboratoires reconnus

Cette question a reçu déjà une réponse de la part de Sciensano, résumée en annexe 1.
D'autre part, l'Organisme Belge d'Accréditation BELAC, placé sous la responsabilité du SPF Economie (https://economie.fgov.be/belac) peut sans doute répondre également à cette question.

IV COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

La composition du Bureau et du Collège ainsi que la liste des experts nommés par arrêté royal se trouvent sur le site Internet du CSS (page : Qui sommes-nous).

Tous les experts ont participé ***à titre personnel*** au groupe de travail. Leurs déclarations générales d'intérêts ainsi que celles des membres du Bureau et du Collège sont consultables sur le site Internet du CSS (page : conflits d'intérêts).

Les experts suivants ont participé à l'approbation de l'avis. Le secrétariat scientifique a été assuré par Sandrine Everaert, Sylvie Gérard, Evelyn Hantson, Marleen Van Den Brande et Jean-Jacques Dubois.

GERARD Michèle	Maladies infectieuses	CHU Saint-Pierre
MASCART Georges	Microbiologie, hygiène hospitalière	CHU Brugmann
SIMON Anne	Microbiologie et hygiene hospitalière	Cliniques universitaires Saint-Luc UCL
VAN LAETHEM Yves	Infectiologie	CHU Saint-Pierre
VAN LAREBEKE-ARSCHODT Nicolas	Toxicologie	UGent

Avec la contribution appréciée de M. Thierry Boen, responsable du service technique au CHU Saint-Pierre.

V REFERENCES

- Banik RK, Ulrich AK. Evidence of Short-Range Aerosol Transmission of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 and Call for Universal Airborne Precautions for Anesthesiologists During the Coronavirus Disease 2019 Pandemic. Anesth Analg. 2020 May 4.
- Buonanno, M., Randers-Pehrson, G., Bigelow, A. W., Trivedi, S., Lowy, F. D., Spotnitz, H. M., ... & Brenner, D. J. (2013). 207-nm UV light-a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. I: in vitro studies. *PloS one*, *8*(10).
- Buonanno, M., Stanislauskas, M., Ponnaiya, B., Bigelow, A. W., Randers-Pehrson, G., Xu, Y., ... & Brenner, D. J. (2016). 207-nm UV light—a promising tool for safe low-cost reduction of surgical site infections. II: In-vivo safety studies. *PloS one*, *11*(6).
- Buonanno, M., Ponnaiya, B., Welch, D., Stanislauskas, M., Randers-Pehrson, G., Smilenov, L., ... & Brenner, D. J. (2017). Germicidal efficacy and mammalian skin safety of 222-nm UV light. *Radiation research*, *187*(4), 493-501.
- Centers for Disease Control and Prevention. Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patients with Suspected or Confirmed Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Healthcare Settings. 2020. Available at: https://www-cdc-gov.vdicp.health.fgov.be/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control-recommendations.html.
- Chen Y, Chen L, Deng Q, Zhang G, Wu K, Ni L et al. The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients. J Medical Virology. 03/04/2020.
- Correia G, Rodrigues L, Gameiro da Silva M, Gonçalves T. Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-VoV-2 transmission. Elsevier. 21/4/2020. https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8794 : Qualité de l'air intérieur en Belgique. Novembre 2017.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8364 : Recommandations en matière de contrôles bactériologiques de l'environnement dans les institutions de soins. 4/8/2010.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 8573 : Recommandations pour la prévention des infections post-opératoires au sein du quartier opératoire. Mai 2013 – Update 23/07/2014.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 9593 : SARS-CoV-2 et l'utilisation de tunnels d'ozone pour « désinfecter » les charriots et les clients. Avril 2020.
- CSS - Conseil Supérieur de la Santé. CSS 9594 : UV-C pour la désinfection en milieu non hospitalier dans le cadre du Covid-19. Mai 2020.
- Dexter et al. 2020 : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7172574/
- Dixon K. Air filtration and COVID-19: Indoor air quality expert explains how to keep you and your building safe. University of Toronto News. 20/03/2020.
- Escombe AR, Oeser CC, Gilman RH, Navincopa M, Ticona E, Pan W, et al. Natural ventilation for the prevention of airborne contagion. PLoS Med. 2007 Feb;4(2):e68.
- HCSP a. Haut Conseil de la santé publique. 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. 17/03/2020. https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200317_cosacorddurililaveetgedeef.pdf
- HCSP b. Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif au risque résiduel de transmission du SARS-CoV-2 sous forme d'aérosol, en milieu de soin, dans les autres environnements intérieurs, ainsi que dans l'environnement extérieur. 8/04/2020. https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspa20200408_corsarcovrisdetraduvirsoufordaro.pdf
- Hindson, J. COVID-19: faecal–oral transmission?. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 17, 259 (2020). https://doi.org/10.1038/s41575-020-0295-7 Laussmann D. and Helm D. Air Change Measurements Using Tracer Gases: Methods and Results. Significance of

air change for indoor air quality, Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality, Nicolas Mazzeo, IntechOpen, DOI: 10.5772/18600. 27/11/2011. 27/11/2011. Available from: https://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/air-change-measurements-using-tracer-gases-methods-and-results-significance-of-air-change-for-indoor

- Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Jul [date cited]. https://doi.org/10.3201/eid2607.200764
- REHVA – Federation of European Heating, Ventilation and Conditioning Associations. REHVA COVID-19 guidance document: How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces. 03/04/2020. https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf
- Santarpia JL, Rivera DN, Herrera V, Morwitzer MJ, Creager H, Santarpia GW, et al. Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center. https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446
- Sciensano. Fact Sheet COVID-19 disease (SARS-CoV-2 virus). 22/4/2020, version 3. Accessed on 12/5/2020. https://epidemio.wiv-isp.be/ID/Documents/Covid19/COVID-19_fact_sheet_ENG.pdf
- Sciensano. Maitrise des infections à SARS-CoV-2 pour la pratique dentaire. 18/05/2020.
- Tian Y, Rong L, Nian W, He Y. Review Article: Gastrointestinal Features in COVID-19 and the Possibility of Faecal Transmission. Alimentary, Pharmacology & Therapeutics. 29/03/2020.
- Tellier R. Review of aerosol transmission of influenza A virus. Emerg Infect Dis. 2006;12:1657–1662. https://www-ncbi-nlm-nih-gov.vdicp.health.fgov.be/pmc/articles/PMC3372341/
- Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, T W et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. JAMA, 11/03/2020.
- Welch et al. 2018 : https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5807439/
- WHO a – World Health Organization. Non-pharmaceutical public health measures for mitigating the risk and impact of epidemic and pandemic influenza. ISBN: 978-92-4-151683-9. Octobre 2019.
- WHO b – World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: interim guidance, 13 March 2020. 2020 [cited 2020 Mar 16]; Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/331446
- Yu et al. Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. NEJM. 2004; 350 1731-9.

VI ANNEXES

Annexe 1 – résumé de la réponse de Sciensano à la question 7

Sciensano ne connait aucun laboratoire accrédité qui pourrait effectuer des analyses de particules virales dans les systèmes de ventilation, et connait mal le monde des bâtiments. Sciensano a néanmoins l'expérience :
Dans son département de mycologie et d'aérobiologie pour :

- le contrôler de l'air des hôpitaux pour détecter la présence de champignons et de bactéries pathogènes ;
- le contrôle de l'eau dans les systèmes de climatisation pour les champignons et bactéries pathogènes.

Dans son service des maladies virales pour :

- la détection par PCR du virus Sars-CO-2 : l'ARN est détecté à partir du virus. Cette méthode détecte à la fois les virus vivants et morts et ne donne donc pas de réponse définitive s'il s'agit d'un virus infectieux ;
- la culture du virus Sars-CO-2 où seul le virus vivant est détecté.

La combinaison des deux expertises permettrait éventuellement de détecter le virus dans les systèmes de ventilation, mais cela nécessiterait encore quelques ajustements et une validation. Cela ne sera pas évident car une véritable validation nécessite normalement un test avec le virus lui-même.
Le Centre scientifique et technique de la construction (CSTC) a publié un dossier sur la ventilation et les polluants microbiologiques en 2016.

Annexe 2 - REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020
How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces

Conseil
Supérieur de la Santé

ANNEXE 2

REHVA COVID-19 GUIDANCE DOCUMENT, APRIL 3, 2020

REHVA
Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020

(this document updates March 17 version, updates will follow as necessary)

How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces

Introduction

In this document REHVA summarizes advice on the operation and use of building services in areas with a coronavirus disease (COVID-19) outbreak, in order to prevent the spread of COVID-19 depending on HVAC or plumbing systems related factors. Please read the advice below as *interim* guidance; the document may be complemented with new evidence and information when it becomes available.

The suggestions below are meant as an addition to the general guidance for employers and building owners that is presented in the WHO document 'Getting workplaces ready for COVID-19'. The text below is intended primarily for HVAC professionals and facility managers, but may be useful for e.g. occupational and public health specialists.

In the following the building related precautions are covered and some common overreactions are explained. The scope is limited to commercial and public buildings (e.g. offices, schools, shopping areas, sport premises etc) where only occasional occupancy of infected persons is expected; hospital and healthcare facilities (usually with a larger concentration of infected people) are excluded.

The guidance is focused to temporary, easy-to-organize measures that can be implemented in existing buildings which are still in use with normal occupancy rates. The advice is meant for a short period depending on how long local outbreaks last.

Disclaimer:
This REHVA document is based on best available evidence and knowledge, but in many aspects' corona virus (SARS-CoV-2) information is so limited or not existing that previous SARS-CoV-1 evidence[1] has been utilized for best practice recommendations. REHVA excludes any liability for any direct, indirect, incidental damages or any other damages that would result from, or be connected with the use of the information presented in this document.

[1] In the last two decades we are confronted with three coronavirus disease outbreaks: (i) SARS in 2002-2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS in 2012 (MERS-CoV) and Covid-19 in 2019-2020 (SARS-CoV-2). In the present document our focus is on the last aspect of SARS-CoV-2 transmission. When it is referred to the SARS outbreak in 2002-2003 we will use the name of SARS-CoV-1 virus at that time.

Transmission routes

Important for every epidemic are the transmission routes of the infectious agent. In relation to COVID-19 the standard assumption is that the following two transmission routes are dominant: via large droplets (droplets/particles emitted when sneezing or coughing or talking) and via surface (fomite) contact (hand-hand, hand-surface etc.). A third transmission route that is gaining more attention from the scientific community is the faecal-oral route.

The faecal-oral transmission route for SARS-CoV-2 infections is implicitly recognized by WHO, see their latest technical briefing of March 2, 2020[i]. In this document they propose as precautionary measure to flush toilets with closed lid. Additionally, they suggest avoiding dried-out drains in floors and other sanitary devices by regularly adding water (every 3 weeks depending on climate) so that the water seal works properly. This is in line with an observation during the SARS 2002-2003 outbreak: open connections with sewage systems appeared to be a transmission route in an apartment building in Hong Kong (Amoy Garden)[ii]. It is known that flushing toilets are creating plumes containing droplets and droplet residue when toilets are flushed with open lids. And we know that SARS-CoV-2 viruses have been detected in stool samples (reported in recent scientific papers and by the Chinese authorities)[iii,iv,v]. In addition, a comparable incident was recently reported in an apartment complex (Mei House). Therefore, the conclusion is that the faecal-oral transmission routes can't be excluded as transmission route.

Via air there are two exposure mechanisms[vi,vii]:

1. Close contact transmission through large droplets (> 10 microns), which are released and fall to surfaces not further than about 1-2 m from the infected person. Droplets are formed from coughing and sneezing (sneezing forms many more particles typically). Most of these large droplets fall on nearby surfaces and objects – such as desks and tables. People could catch the infection by touching those contaminated surfaces or objects; and then touching their eyes, nose or mouth. If people are standing within 1-2 meter of an infected person, they can catch it directly by breathing in droplets sneezed or coughed out or exhaled by them.
2. Airborne transmission through small particles (< 5 microns), which may stay airborne for hours and can be transported long distances. These are also generated by coughing and sneezing and talking. Small particles (droplet nuclei or residue) form from droplets which evaporate (10 microns droplets evaporate in 0.2 s) and desiccate. The size of a coronavirus particle is 80-160 nanometre[2,viii] and it remains active for many hours or couple of days (unless there is specific cleaning)[ix,x,xi]. SARS-CoV-2 remains active up to 3 hours in indoor air and 2-3 days on room surfaces at common indoor conditions[xii]. Such small virus particles stay airborne and can travel long distances carried by airflows in the rooms or in the extract air ducts of ventilation systems. Airborne transmission has caused infections of SARS-CoV-1 in the past[xiii,xiv]. For Corona disease (COVID-19) it is likely but not yet documented. There is also no reported data or studies to rule out the possibility of the airborne-particle route. One indication for this: Corona virus SARS-CoV-2 has been isolated from swabs taken from exhaust vents in rooms occupied by infected patients. This mechanism implies that keeping 1-2 m distance from infected persons might not be enough and increasing the ventilation is useful because of removal of more particles[3].

[2] 1 nanometer = 0.001 micron

[3] Personal respiratory protection measures such as respirators and solid visors are out of the scope of this document.

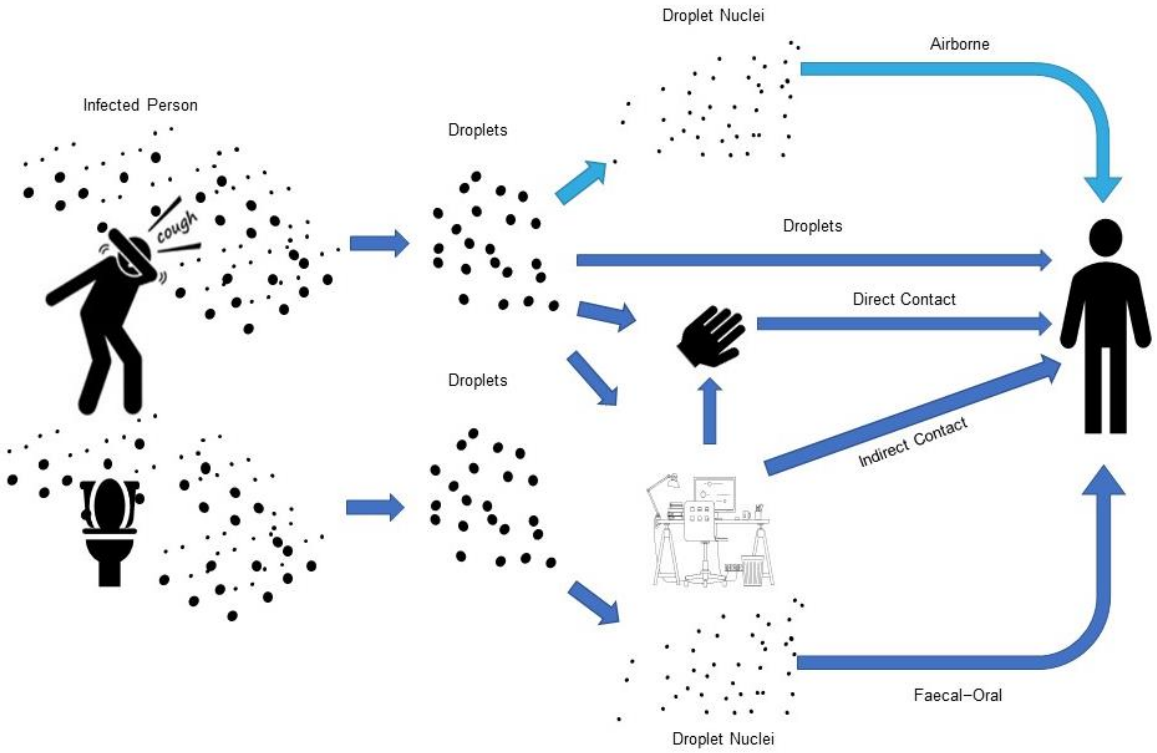

Figure 1. WHO reported exposure mechanisms of COVID-19 SARS-CoV-2 droplets (dark blue colour). Light blue colour: airborne mechanism that is known from SARS-CoV-1 and other flu, currently there is no reported evidence specifically for SARS-CoV-2 (figure: courtesy Francesco Franchimon).

With SARS-CoV-2 the airborne route – infection through exposure to droplet nuclei particles – has currently acknowledged by WHO for hospital procedures and indirectly through the guidance to increase ventilation[xv]. It may exist when certain conditions are met (i.e. opportunistic airborne) according to China national Health Commission (unpublished result). Airborne transmission can be possible according to Japanese authority under certain circumstances, such as when talking to many people at a short distance in an enclosed space, there is a risk of spreading the infection even without coughing or sneezing[xvi]. Latest study[xvii] concluded that aerosol transmission is plausible, as the virus can remain viable in aerosols for multiple hours. Another recent study[xviii] that analysed superspreading events showed that closed environments with minimal ventilation strongly contributed to a characteristically high number of secondary infections. The manuscript draft discussing airborne transmission concludes that evidence is emerging indicating that SARS-CoV-2 is also transmitted via airborne particles[xix].

Conclusion in relation to the airborne transmission route:
At this date we need all efforts to manage this pandemic from all fronts. Therefore REHVA proposes, especially in 'hot spot' areas to use the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) and to take a set of measures that help to also control the airborne route in buildings (apart from standard hygiene measures as recommended by WHO, see the 'Getting workplaces ready for COVID-19' document).

Practical recommendations for building services operation

Increase air supply and exhaust ventilation
In buildings with mechanical ventilation systems extended operation times are recommended. Change the clock times of system timers to start ventilation at nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time. In demand-

controlled ventilation systems change CO_2 setpoint to lower, 400 ppm value, in order to assure the operation at nominal speed. Keep the ventilation on 24/7, with lowered (but not switched off) ventilation rates when people are absent. In buildings that have been vacated due to the pandemic (some offices or educational buildings) it is not recommended to switch ventilation off, but to operate continuously at reduced speed. Considering a springtime with small heating and cooling needs, the recommendations above have limited energy penalties, while they help to remove virus particles out of the building and to remove released virus particles from surfaces.
The general advice is to supply as much outside air as reasonably possible. The key aspect is the amount of fresh air supplied per person. If, due to smart working utilization, the number of employees is reduced, do not concentrate the remaining employees in smaller areas but maintain or enlarge the social distancing (min physical distance 2-3 m between persons) among them in order to foster the ventilation cleaning effect.
Exhaust ventilation systems of toilets should always be kept on 24/7, and make sure that under-pressure is created, especially to avoid the faecal-oral transmission.

Use more window airing
General recommendation is to stay away from crowded and poorly ventilated spaces. In buildings without mechanical ventilation systems it is recommended to actively use operable windows (much more than normally, even when this causes some thermal discomfort). Window airing then is the only way to boost air exchange rates. One could open windows for 15 min or so when entering the room (especially when the room was occupied by others beforehand). Also, in buildings with mechanical ventilation, window airing can be used to further boost ventilation.
Open windows in toilets with passive stack or mechanical exhaust systems may cause a contaminated airflow from the toilet to other rooms, implying that ventilation begins to work in reverse direction. Open toilet windows then should be avoided. If there is no adequate exhaust ventilation from toilets and window airing in toilets cannot be avoided, it is important to keep windows open also in other spaces in order to achieve cross flows throughout the building.

Humidification and air-conditioning have no practical effect
Relative humidity (RH) and temperature contribute to virus transmission indoors affecting virus viability, droplet nuclei forming and susceptibility of occupants' mucous membranes. Transmission of some viruses in buildings can be limited by changing air temperatures and humidity levels. In the case of COVID-19 this is unfortunately not an option as coronaviruses are quite resistant to environmental changes and are susceptible only for a very high relative humidity above 80% and a temperature above 30 °C[ix,x,xi], which are not attainable and acceptable in buildings for other reasons (e.g. thermal comfort and microbial growth). SARS-CoV-2 has been found highly stable for 14 days at 4 ℃; 37 ℃ for one day and 56 ℃ for 30 minutes were needed to inactivate the virus[xx].
SARS-CoV-2 stability (viability) has been tested at typical indoor temperature of 21-23 ℃ and RH of 65% with very high virus stability at this RH[xxi]. Together with previous evidence on MERS-CoV it is well documented that humidification up to 65% may have very limited or no effect on stability of SARS-CoV-2 virus. Therefore, the evidence does not support that moderate humidity (RH 40-60%) will be beneficial in reducing viability of SARS-CoV-2, thus the humidification is NOT a method to reduce the viability of SARS-CoV-2.
Small droplets under interest (0.5 – 10 micron) will evaporate fast under any relative humidity (RH) level[xxii]. Nasal systems and mucous membranes are more sensitive to infections at very low RH of 10-20 %[xxiii,xxiv], and this is the reason for which some humidification in winter is sometimes suggested (to levels of 20-30%). This indirect need for humidification in winter in the COVID-19 case is not relevant however given the incoming climatic conditions (from March onwards we expect indoor RH higher than 30% in all European climates without humidification).
Thus, in buildings equipped with centralized humidification, there is no need to change humidification systems' setpoints (usually 25 or 30%[xxv]). Considering the springtime that is about to start, these systems should not be in operation anyhow. Heating and cooling systems can be operated

normally as there are no direct implications on COVID-19 spread. Usually, any adjustment of setpoints for heating or cooling systems is not needed.

Safe use of heat recovery sections

Under certain conditions virus particles in extract air can re-enter the building. Heat recovery devices may carry over virus attached to particles from the exhaust air side to the supply air side via leaks.
Regenerative air to air heat exchangers (i.e. rotors, called also enthalpy wheels) may be sensitive for considerable leaks in the case of poor design and maintenance. For properly operating rotary heat exchangers, fitted with purging sectors and correctly set up, leakage rates are about the same as that of plate heat exchangers being in the range of 1-2%. For existing systems, the leakage should be below 5%, and has to be compensated with increase of outdoor air ventilation according to EN 16798-3:2017. However, many rotary heat exchangers may not be properly installed. The most common fault is that the fans have been mounted in such a way that higher pressure on the exhaust air side is created. This will cause leakage from extract air into the supply air. The degree of uncontrolled transfer of polluted extract air can in these cases be of the order of 20%[xxvi], that is not acceptable.
It is shown that rotary heat exchangers, which are properly constructed, installed and maintained, have almost zero transfer of particle-bound pollutants (including air-borne bacteria, viruses and fungi), but the transfer is limited to gaseous pollutants such as tobacco smoke and other smells[xxvii]. Thus, there is no evidence that virus-bearing particles starting from 0.1 micron would be an object of carry over leakage. Because the leakage rate does not depend on the rotation speed of rotor, it is not needed to switch rotors off. Normal operation of rotors makes it easier to keep ventilation rates higher. It is known that the carry-over leakage is highest at low airflow, thus higher ventilation rates are recommended.
If leaks are suspected in the heat recovery sections, pressure adjustment or bypassing (some systems may be equipped with bypass) can be an option in order to avoid a situation where higher pressure on extract side will cause air leakages to supply side. Pressure differences can be corrected by dampers or by other reasonable arrangements. In conclusion, we recommend to inspect the heat recovery equipment including the pressure difference measurement. To be on the safe side, the maintenance personnel should follow standard safety procedures of dusty work, including wearing gloves and respiratory protection.
Virus particle transmission via heat recovery devices is not an issue when a HVAC system is equipped with a twin coil unit or another heat recovery device that guarantees 100% air separation between return and supply side[xxviii].

No use of recirculation

Virus particles in return ducts can also re-enter a building when centralized air handling units are equipped with recirculation sectors. It is recommended to avoid central recirculation during SARS-CoV-2 episodes: close the recirculation dampers (via the Building Management System or manually). In case this leads to problems with cooling or heating capacity, this has to be accepted because it is more important to prevent contamination and protect public health than to guarantee thermal comfort.
Sometimes air handling units and recirculation sections are equipped with return air filters. This should not be a reason to keep recirculation dampers open as these filters normally do not filter out particles with viruses effectively since they have standard efficiencies (G4/M5 or ISO coarse/ePM10 filter class)[xxix] and not HEPA efficiencies.
Some systems (fan coil and induction units) work with local (room level) circulation. If possible (no significant cooling need) these units are recommended to be turned off to avoid resuspension of virus particles at room level (esp. when rooms are used normally by more than one occupant). Fan coil units have coarse filters which practically do not filter small particles but still might collect particles. On the fan coil heat exchanger surface, it is possible to inactivate the virus by heating up fan coils to 60 ℃ during one hour or 40 ℃ during one day.
If fan coils cannot be switched off, it is recommended that their fans are operated continuously

because the virus can sediment in filters and resuspension boost can follow when the fan is turned on. In continuous circulation operation virus particles will be removed with exhaust ventilation.

Duct cleaning has no practical effect

There have been overreactive statements recommending to clean ventilation ducts in order to avoid SARS-CoV-2 transmission via ventilation systems. Duct cleaning is not effective against room-to-room infection because the ventilation system is not a contamination source if above guidance about heat recovery and recirculation is followed. Viruses attached to small particles will not deposit easily in ventilation ducts and normally will be carried out by the air flow anyhow[xxx]. Therefore, no changes are needed to normal duct cleaning and maintenance procedures. Much more important is to increase fresh air supply, avoid recirculation of air according to the recommendations above.

Change of outdoor air filters is not necessary

In COVID-19 context, it has been asked should the filters to be replaced and what is the protection effect in very rare occasions of outdoor virus contamination, for instance if air exhausts are close to air intakes. Modern ventilation systems (air handling units) are equipped with fine outdoor air filters right after the outdoor air intake (filter class F7 or F8[4] or ISO ePM2.5 or ePM1) which filtrate well particulate matter from outdoor air. The size of a naked coronavirus particle of 80-160 nm[viii] (PM0.1) is smaller than the capture area of F8 filters (capture efficiency 65-90% for PM1), but many of such small particles will settle on fibres of the filter by diffusion mechanism. SARS-CoV-2 particles also aggregate with larger particles which are already within the capture area of filters. This implies that in rare cases of virus contaminated outdoor air, standard fine outdoor air filters provide a reasonable protection for a low concentration and occasionally spread viruses in outdoor air.

Heat recovery and recirculation sections are equipped with less effective extract air filters (G4/M5 or ISO coarse/ePM10) which aim is to protect equipment from dust. These filters do not have to filter out small particles as virus particles will be ventilated out by exhaust air (see also the recommendation not to use recirculation under 'no use of recirculation').

From the filter replacement perspective, normal maintenance procedures can be used. Clogged filters are not a contamination source in this context, but they reduce supply airflow which has a negative effect on indoor contaminations itself. Thus, filters must be replaced according to normal procedure when pressure or time limits are exceeded, or according to scheduled maintenance. In conclusion, we do not recommend changing existing outdoor air filters and replace them with other type of filters nor do we recommend changing them sooner than normal.

HVAC maintenance personnel could be at risk when filters (especially extract air filters) are not changed in line with standard safety procedures. To be on the safe side, always assume that filters have active microbiological material on them, including viable viruses. This is particularly important in any building where there recently has been an infection. Filters should be changed with the system turned off, while wearing gloves, with respiratory protection, and disposed of in a sealed bag.

Room air cleaners can be useful in specific situations

Room air cleaners remove effectively particles from air which provides a similar effect compared to ventilation. To be effective, air cleaners need to have at least HEPA filter efficiency. Unfortunately, most of attractively priced room air cleaners are not effective enough. Devices that use electrostatic filtration principles (not the same as room ionizers!) often work quite well too. Because the airflow through air cleaners is limited, the floor area they can effectively serve is normally quite small, typically less than 10 m^2. If one decides to use an air cleaner (again: increasing regular ventilation often is much more efficient) it is recommended to locate the device close to the breathing zone. Special UV cleaning equipment to be installed for the supply air or room air treatment is also effective

[4] An outdated filter classification of EN779:2012 which is replaced by EN ISO 16890-1:2016, Air filters for general ventilation - Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).

as killing bacteria and viruses but this is normally only a suitable solution for the equipment for health care facilities.

Toilet lid use instructions

If toilet seats are equipped with lids it is recommended to flush the toilets with closed lids in order to minimize the release of droplets and droplet residues from plumes in the air[xxxi,i]. It is important that water seals work all time[ii]. Therefore, organise that building occupants are instructed to use the lids.

Summary of practical measures for building services operation

1. Secure ventilation of spaces with outdoor air
2. Switch ventilation to nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time
3. At nights and weekends, do not switch ventilation off, but keep systems running at lower speed
4. Ensure regular airing with windows (even in mechanically ventilated buildings)
5. Keep toilet ventilation 24/7 in operation
6. Avoid open windows in toilets to assure the right direction of ventilation
7. Instruct building occupants to flush toilets with closed lid
8. Switch air handling units with recirculation to 100% outdoor air
9. Inspect heat recovery equipment to be sure that leakages are under control
10. Switch fan coils either off or operate so that fans are continuously on
11. Do not change heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Do not plan duct cleaning for this period
13. Replace central outdoor air and extract air filters as usually, according to maintenance schedule
14. Regular filter replacement and maintenance works shall be performed with common protective measures including respiratory protection

Feedback

If you are specialist in the issues addressed in this document and you have remarks or suggestions for improvements, feel free to contact us via info@rehva.eu. Please mention 'COVID-19 interim document' as subject when you email us.

Colophon

This document was prepared by a group of REHVA volunteers, the first version in the period March 6-15th 2020. Members of the expert group are:

Prof. Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee
Atze Boerstra, REHVA vice-president, managing director bba binnenmilieu
Francesco Franchimon, managing director Franchimon ICM
Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University
Jaap Hogeling, manager International Projects at ISSO
Frank Hovorka, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris
Prof. em. Olli Seppänen, Aalto University
This document was reviewed by Prof. Yuguo Li from the University of Hongkong, Prof. Shelly Miller from the University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki from the Technical University of Denmark and Prof. Lidia Morawska from the Queensland University of Technology.

Literature

This document is partly based on a literature survey, the scientific papers and other documents that were used can be found in this document: https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_Literature_COVID-19_guidance_document_ver2_20200402.pdf

[i] WHO, 2020b
[ii] Hung, 2003
[iii] WHO, 2020a
[iv] Zhang et al, 2020
[v] Guan W-J et al, 2020
[vi] Luongo et la, 2016
[vii] Li et al, 2007
[viii] Monto, 1974
[ix] Doremalen et al, 2013
[x] Ijaz et al, 1985
[xi] Casanova et al, 2010
[xii] Doremalen et al, 2020
[xiii] Li et al, 2005a
[xiv] Li et al, 2005b
[xv] WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
[xvi] Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare
[xvii] Doremalen et al, 2020
[xviii] Nishiura et al, 2020
[xix] Allen and Marr, 2020
[xx] Chin et al, 2020
[xxi] Doremalen et al, 2020
[xxii] Morawska, 2006
[xxiii] Salah et al, 1988
[xxiv] Kudo et al, 2019
[xxv] ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
[xxvi] Carlsson et al, 1995
[xxvii] Ruud, 1993
[xxviii] Han et al, 2005
[xxix] Fisk et al, 2002
[xxx] Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in vwntilation ducts. Atmospheric Environment. 37(39-40): 5597-5609.
[xxxi] Best et al, 2012

Au sujet du Conseil Supérieur de la Santé (CSS)

Le Conseil Supérieur de la Santé est un organe d'avis fédéral dont le secrétariat est assuré par le Service Fédéral Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement. Il a été fondé en 1849 et rend des avis scientifiques relatifs à la santé publique aux ministres de la Santé publique et de l'Environnement, à leurs administrations et à quelques agences. Ces avis sont émis sur demande ou d'initiative. Le CSS s'efforce d'indiquer aux décideurs politiques la voie à suivre en matière de santé publique sur base des connaissances scientifiques les plus récentes.

Outre son secrétariat interne composé d'environ 20 collaborateurs, le Conseil fait appel à un large réseau de plus de 500 experts (professeurs d'université, collaborateurs d'institutions scientifiques, acteurs de terrain, etc.), parmi lesquels 300 sont nommés par arrêté royal au titre d'expert du Conseil. Les experts se réunissent au sein de groupes de travail pluridisciplinaires afin d'élaborer les avis.

En tant qu'organe officiel, le Conseil Supérieur de la Santé estime fondamental de garantir la neutralité et l'impartialité des avis scientifiques qu'il délivre. A cette fin, il s'est doté d'une structure, de règles et de procédures permettant de répondre efficacement à ces besoins et ce, à chaque étape du cheminement des avis. Les étapes clé dans cette matière sont l'analyse préalable de la demande, la désignation des experts au sein des groupes de travail, l'application d'un système de gestion des conflits d'intérêts potentiels (reposant sur des déclarations d'intérêt, un examen des conflits possibles, et une Commission de Déontologie) et la validation finale des avis par le Collège (organe décisionnel du CSS, constitué de 30 membres issus du pool des experts nommés). Cet ensemble cohérent doit permettre la délivrance d'avis basés sur l'expertise scientifique la plus pointue disponible et ce, dans la plus grande impartialité possible.

Après validation par le Collège, les avis sont transmis au requérant et au ministre de la Santé publique et sont rendus publics sur le site internet (www.hgr-css.be). Un certain nombre d'entre eux sont en outre communiqués à la presse et aux groupes cibles concernés (professionnels du secteur des soins de santé, universités, monde politique, associations de consommateurs, etc.).

Si vous souhaitez rester informé des activités et publications du CSS, vous pouvez envoyer un mail à l'adresse suivante : info.hgr-css@health.belgium.be.

www.css-hgr.be

Cette publication ne peut être vendue.

service public fédéral
SANTE PUBLIQUE
SECURITE DE LA CHAINE ALIMENTAIRE
ET ENVIRONNEMENT