**Covid 19 - Recommandations en matière de gestion de l’air : ventilation, aération et désinfection.**

**Avertissements**

1/ Ce document a pour objectif de formuler des recommandations simples et compréhensibles en ce qui concerne la gestion de l’air et cela afin de diminuer les risques liés à la contamination par aérosols. Ces recommandations ne doivent en aucun cas être considérées comme suffisantes individuellement et ne doivent en aucun cas se substituer aux autres mesures d’application comme : le port du masque bien ajusté au visage, la distanciation physique, l’hygiène des mains ou encore d’autres mesures comme des parois de plexiglas, la limitation du nombre de personnes et du temps de présence dans les locaux. Les protections contre le virus de la Covid 19 doivent toujours être considérées comme cumulatives.

2/Ce document se veut compréhensible par tous. Il ne doit naturellement pas remettre en question les avis compétents et techniques des professionnels de la ventilation. Des recommandations sont disponibles pour ces professionnels sur le [site https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance](site%20https%3A/www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance)

**Introduction**

L’Organisation mondiale de la santé (OMS) indiquait initialement au début de la pandémie que le virus responsable de la maladie Covid-19 se transmettait principalement d’une personne à l’autre par le biais de gouttelettes respiratoires expulsées par le nez ou par la bouche lorsqu’une personne infectée tousse, éternue ou parle. Ces gouttelettes ne parcourent pas de grandes distances et tombent rapidement sur le sol ou sur des objets ou des surfaces autour de la personne infectée (table, bureau, sanitaire, …). Il est possible de contracter ce virus en cas d’inhalation de ces gouttelettes ou si on se touche la bouche, le nez ou les yeux, après avoir touché des objets ou surfaces potentiellement contaminées.

Entretemps, des études scientifiques indiquent que de nouvelles preuves semblent confirmer le potentiel de transmission aérienne de ce virus (sous forme d’aérosols restant en suspension dans l’air), en particulier dans des conditions spécifiques comme les endroits clos mal ventilés où une ou plusieurs personnes infectées passent de longs moments avec d’autres personnes.

En résumé : les trois modes de transmission (principaux) sont :

• l’inhalation de gouttelettes (de 5 à 10 µm) émises par un individu, en contact étroit, lors de la toux, d’éternuements et de la parole ;

• la transmission aéroportée, par inhalation de gouttelettes plus fines et des particules sous forme d’aérosols contenant le virus qui peuvent rester en suspension dans l’air sur de longues distances et dans le temps (typiquement entre des minutes et des heures) ;

• la transmission par auto-inoculation vers le visage (muqueuses de la bouche, du nez ou des yeux) par les mains ayant eu un contact avec des surfaces contaminées.

Sur base des connaissances actuelles, les recommandations sont donc de **cumuler simultanément** plusieurs mesures de prévention, à savoir :

• mettre en œuvre les gestes dits « barrières » : porter un masque facial en présence de tiers dans les endroits clos, se tenir à une distance d’au moins un 1.5 m des autres personnes, se laver régulièrement les mains à l’eau et au savon ou avec une solution hydroalcoolique.

• assurer au maximum, quel que soit le contexte, un renouvellement régulier de l’air dans tous les espaces clos au moyen d’une ventilation mécanique et/ou d’une ventilation naturelle ou encore d’une aération (ouverture des fenêtres…). Le but doit être d’apporter de l’air neuf venant de l’extérieur et d’évacuer vers l’extérieur l’air ayant séjourné à l’intérieur. Il faut éviter autant que possible le recyclage ou la recirculation de l’air vicié dans les locaux.

• aérer/ventiler les pièces où les personnes contaminées par le SARS-CoV-2 sont isolées.

Le présent document a pour but de préciser les recommandations en matière d’aération/ventilation mais aussi de développer des pistes de recommandations concernant d’autres mesures permettant de diminuer le risque de contamination par la Covid 19.

**Aération et ventilation**

**Système de mesure**

Le taux de concentration de CO2 permet d’obtenir une mesure indirecte de la qualité de l'air intérieur d'un local, et donc de la qualité de la ventilation. L’air expiré par les personnes présentes dans un local fait rapidement augmenter le taux de CO2. Cette approche repose sur le fait que l’air expiré ne contient bien entendu pas uniquement des particules de CO2, mais également des aérosols potentiellement infectieux. La ventilation, en apportant de l’air extérieur, dilue la concentration de ces particules infectieuses, et diminue de ce fait l’exposition à celles-ci.

La concentration de CO2 externe dans l’air extérieur (frais) est d'environ 415 ppm (variable en fonction de la pollution externe locale). Moins la concentration de CO2 dans les espaces intérieurs diffère de la valeur locale du CO2 dans l'air extérieur, plus le contrôle de la contamination par des aérosols contenant des virus est efficace. Les mesures de prévention doivent donc être toujours suffisantes pour maintenir un niveau de CO2 sous une valeur de référence déterminée dans le cadre de la problématique du Covid 19. Ces seuils de référence doivent le cas échéant, être repris dans les protocoles sanitaires adaptés en fonction de l’activité concernée, sur base de l’avis des experts et ne peut en aucun cas dépasser les normes d’application dans le cadre de la réglementation du bien-être au travail [[1]](#footnote-1).

**Le Conseil supérieur de la Santé recommande de prévoir dans les espaces clos de viser un taux de CO2 inférieur à 800 ppm, de préférence même plus bas que cette valeur. En effet, une mesure de concentration en CO2 plus élevée que les valeurs recommandées ou exigées est un bon indicateur d’une ventilation insuffisante et/ou d’un taux d’occupation du local trop élevé. Dans ce cas, des mesures correctives s’imposent.**

**Cependant, une concentration en CO2 plus faible indique que le taux de ventilation est**

**raisonnable en fonction du nombre de personnes présentes, mais, tout comme une**

**ventilation suffisante, ne donne aucune garantie sur l’absence d’un risque d’infection.**

Il convient de signaler que les mouvements des flux aérogènes ne sont pas homogènes dans une pièce et que le taux de CO2 peut donc y être variable. Il peut dès lors être intéressant de procéder à des tests préalables afin de déterminer la zone la moins aérée du local concerné et d’y placer le CO2mètre.

Cela signifie qu’il importe d’assurer l’aération et/ou d’augmenter la ventilation d’un local dès que ce seuil est franchi et/ou de diminuer le nombre de personnes qui se trouvent dans celui-ci.

Le taux de CO2 peut donc donner une indication sur l’efficacité d’un système de ventilation, et être donc utilisé comme signal entrainant une action supplémentaire nécessaire d’aération du local, de limitation des accès ou d’évacuation des personnes.

L’utilisation de moniteurs de CO2 a déjà montré son efficacité par le passé dans la lutte contre des agents pathogènes aérogènes, notamment dans la lutte contre la tuberculose.

Les chercheurs sont de plus en plus nombreux à conseiller l’usage de moniteurs de CO2 munis de « feux de signalisation » qui permettent d’avertir les personnes présentes que la ventilation est insuffisante. Ces moniteurs devraient être utilisés pour mesurer en continu la concentration en CO2 dans les écoles, les lieux de réunion, les bureaux, les salles de restauration, …. Il est conseillé d’utiliser les appareils qui sont porteurs de la marque CENELEC EN 50543 (Appareil électronique portable et transportable conçu pour détecter et mesurer le dioxyde de carbone et/ou le monoxyde de carbone dans l'air ambiant intérieur).

Bien sûr, même si le taux de CO2 peut être une indication de la qualité de la ventilation, réduire le taux de CO2 en augmentant le taux de renouvellement de l’air ne permet pas d’éliminer entièrement le risque de contamination, car comme déjà précisé, d’autres facteurs entrent également en compte (durée et densité d’occupation du local, taille du local, distanciation, contacts directs…). En d’autres termes, comme pour d’autres mesures de prévention, il est impossible de déterminer un taux de CO2 qui éliminerait tout risque de transmission.

**Vérification préalable et entretien des systèmes de ventilation et d’aération**

Il est recommandé :

• de vérifier si les entretiens ont été effectués selon le calendrier et les procédures prévues

• de procéder à une vérification du bon fonctionnement des orifices d’entrée et de sortie d’air

• de vérifier si les différents ouvrants, les orifices d’entrée (sur les menuiseries…) et de sortie d’air (bouches d’extraction…) et les passages (détalonnage sous les portes…) sont régulièrement nettoyés, ne sont pas obstrués, et fonctionnent correctement (par exemple, en effectuant le test de la feuille de papier sur les bouches de ventilation)

• lorsqu’il est impossible de couper complètement la recirculation, d’utiliser les filtres les plus performants possibles sur le plan sanitaire, que la compatibilité technique de l’installation est capable d’assumer

• de s’assurer de la bonne installation des filtres. Ils doivent être nettoyés régulièrement et changés périodiquement par des filtres neufs, conformément aux spécifications des fabricants

• de retirer, puis nettoyer périodiquement et de réinstaller les filtres. Ce nettoyage se fera conformément aux spécifications des fabricants avec au minimum l’utilisation d’un détergent. Au cas où une personne ayant contracté la Covid19 aurait été présente dans le local pendant la période à risque (d’excrétion du virus), la fréquence de nettoyage devra être renforcée. Le personnel chargé de l’entretien devra prendre les mesures de précautions adaptées à cette situation. Les filtres doivent être manipulés pendant l’arrêt du système, avec port de gants et de masque respiratoire. Il est conseillé d’effectuer l’opération à l’extérieur lorsque c’est possible et les filtres doivent être éliminés dans un sac hermétique.

• de changer périodiquement les filtres par des filtres neufs pour contribuer à améliorer la qualité de l’air intérieur ;

• de faire réaliser régulièrement la maintenance globale des unités intérieures (nettoyage, désinfection).

• de vérifier l’absence de mélange et l’étanchéité entre l’air repris des locaux et l’air neuf dans les centrales de traitement d’air (vérification du type d’échange thermique : chambre de mélange, échangeurs thermiques) afin de prévenir l’éventuelle recirculation de particules virales dans l’ensemble des locaux par l’air recyclé.

**Conseils en matière d’aération régulière et de ventilation**

En l’absence d’une ventilation mécanique (ou si celle-ci est insuffisante) : l’ouverture des fenêtres (ou portes) est l’unique moyen d’augmenter le taux de renouvellement de l’air :

• en cas de présence de plusieurs personnes dans le local, il convient de laisser **de manière permanente** les fenêtres ou portes légèrement ouvertes (en oscillo-battant par exemple), afin d’assurer une aération continue.

• en outre, il convient d’ouvrir les fenêtres davantage qu’en temps normal, en grand battant, et si possible à des endroits éloignés les uns des autres et situés sur des façades différentes. Toutefois, en présence de personnes, il convient de toujours éviter les courants d’air au sein et entre les locaux.

• surveiller le taux de CO2 (cf. ci-dessus) et limiter le nombre de personnes et la durée de l’occupation du local en fonction de la capacité de sa ventilation et/ou aération.

• aérer pendant et après les opérations de nettoyage et/ou de désinfection.

• éventuellement utiliser, **en soutien** des autres dispositions, des purificateurs d’air ambiant mobiles, à condition que ceux-ci soient équipés de filtres HEPA ou de filtres à précipitation électrostatique ayant une capacité de débit de 2-5 ACH. Il est important de rappeler que l’usage de purificateurs d’air mobiles ne sera jamais aussi efficace qu’une bonne aération.

• en cas de présence d’une personne potentiellement contaminée ou présentant des symptômes, la pièce dans laquelle la personne a été reçue doit être immédiatement aérée pendant et après la visite. Une aération pendant et après les opérations de nettoyage et/ou de désinfection est également appropriée.

Pour les locaux équipés d’une ventilation mécanique, les systèmes de ventilation mécanique seront utilisés avec un apport maximum d’air « neuf ».

• faire circuler l’air des zones « propres » (les moins chargées potentiellement en particules virales) vers les zones sales (les plus chargées en particules virales), et non dans le sens inverse.

• démarrer la ventilation à la vitesse nominale (dans le cadre de la Covid19, la vitesse nominale doit être la vitesse maximale) au moins deux heures avant l’occupation des locaux, et ne pas passer à une vitesse inférieure au moins 2 heures après la fin de l’occupation de la pièce. Il est de plus conseillé de ne jamais couper entièrement la ventilation.

• surveiller le taux de CO2 (cf. ci-dessus) et si une ventilation suffisante ne peut pas être garantie, il convient d’aérer et/ou de limiter le nombre de personnes et la durée de l’occupation de la pièce.

• éventuellement utiliser, **en soutien**, des purificateurs d’air ambiant mobiles, à condition que ceux-ci soient équipés de filtres HEPA ou de filtres à précipitation électrostatique et aient une capacité de débit de 2-5 ACH. (Voir chapitre spécifique ci-après).

Recommandations en cas d’utilisation d’un dispositif d’appoint individuel (ventilateur, climatiseur…) en usage intérieur :

* veiller à ce que le renouvellement de l’air soit assuré régulièrement ;
* stopper le ventilateur avant qu’une autre personne n’entre dans la pièce ;
* dans les espaces collectifs de petit volume, clos ou incomplètement ouverts, l’utilisation de ventilateurs à visée de brassage/rafraîchissement de l’air en cas d’absence de climatisation est contre-indiquée dès lors que plusieurs personnes sont présentes (ensemble ou successivement dans cet espace (notamment salle de classe, établissements pour personnes âgées…), même porteuses de masques.
* rideau d’air chaud : ce type de dispositif est souvent installé en haut des portes pour insuffler de l’air chaud ou froid et limiter ainsi l’impact calorifique lié à l’ouverture des portes. Même si l’air insufflé peut provenir de l’extérieur et avoir été filtré, le flux d’air est important et pose ainsi la question de la propagation du virus sur plusieurs mètres (un peu comme un gros ventilateur ou un sèche-cheveux le ferait). Il semble donc plus prudent de rendre inopérant ce type de dispositif.

Recommandations spécifiques en matière de ventilation en cas de présence d’un ou de malades Covid-19 :

* le malade réside le plus possible dans une seule pièce ; la pièce doit être aérée de façon séparée du reste du bâtiment, en maintenant la porte fermée et en assurant le plus possible son étanchéité (calfeutrage par boudin de bas de porte).

**Filtres et autres dispositifs complémentaires de désinfection /purification de l’air**

1. **Filtration**

**Dans l’état actuel des connaissances, il n’y a pas d’autres systèmes recommandés en matière de filtration que les deux systèmes présentés ci-dessous. Dans l’attente de nouveaux développements technologiques ou de validation d’efficacité de systèmes existant, il convient donc d’être prudent dans l’investissement et l’installation d’autres appareillages**.

**Filtration HEPA**

HEPA est un sigle qui signifie « High efficiency particulate air ». C’est une norme, définie par les standards européens EN 1822 et EN ISO 29463, qui désigne tout filtre pouvant filtrer au moins 99,97 % des particules de diamètre supérieur ou égal à 0,3 µm (0,3 microns), en un seul passage.

On dénombre ainsi 5 classes de filtre HEPA selon le taux d’efficacité :

• H10 : 85 %, laisse passer 15000 particules de 0,1 micron par litre d’air.

• H11 : 95 %, laisse passer 10000 particules de 0,1 micron par litre d’air.

• H12 : 99.5 %, laisse passer 500 particules de 0,1 micron par litre d’air.

• **H13 : 99.95 %, laisse passer 50 particules de 0,1 micron par litre d’air.**

• H14 : 99.995 % laisse passer 5 particules de 0,1 micron par litre d’air.

La Covid19 ou SARS-CoV-2 est une maladie infectieuse transmise par un virus qui mesure environ 125nm, soit 0,125 µm.

La classe H13 (ou plus) est recommandée pour la filtration du virus du Covid-19.

Les filtres HEPA ne peuvent être installés que dans des installations qui sont capables techniquement de les accueillir. Dans le cas spécifique des COVID, le filtrage n'est nécessaire que s'il y a réutilisation (total ou partielle) de l’air extrait du local. Si la ventilation est assurée avec 100 % d'air extérieur, la probabilité que le virus soit aspiré à partir de l’air extérieur est négligeable et une filtration standard est suffisante

Pour une installation existante, examiner s’il est techniquement possible de monter un filtre de classe supérieure. Il conviendra alors d’augmenter la pression du ventilateur afin d’éviter une réduction du débit d'air qui doit au moins rester identique. Une amélioration minimale est le remplacement des filtres à air de retour à faible efficacité existants par des filtres ePM1 80% (anciennement F8). Les filtres de l'ancienne classe F8 ont une efficacité de capture raisonnable pour les particules chargées de virus (efficacité de capture 65-90% pour les PM1).

**Filtration par précipitation électrostatique**

Les précipitateurs électrostatiques sont une technologie utilisant la charge électrostatique et la force de Coulomb pour séparer les particules (y compris virus et bactéries) en suspension dans un gaz de celui-ci. Ils sont très efficaces, et permettent en général de retirer de l’ordre de 99 % des particules contenues dans un gaz. Le principe de fonctionnement est le suivant : le flux de gaz et de particules passe à proximité d’électrodes chargées à une haute tension négative et les particules contenues dans ce flux se chargent négativement. Elles se déplacent alors sous l’effet du champ électrique loin des électrodes négatives vers des électrodes de collecte de polarité opposée ou reliées à la masse. Ces particules doivent alors être régulièrement retirées des électrodes de collecte par vibration, percussions nettoyage ou autre.

Comme déjà décrit dans les chapitres précédents, l’utilisation de purificateurs d’air ambiant mobiles peut être recommandée, à condition que ceux-ci soient équipés de filtres HEPA ou à précipitation électrostatique et aient une capacité de débit de 2-5 ACH. (Voir chapitre spécifique). Rappel : l’usage de purificateurs d’air mobiles ne sera jamais aussi efficace qu’une bonne ventilation.

Les dispositifs de filtration de l’air ont une utilité qui est limitée à une réduction du risque lié à une contamination par aérosols après un fonctionnement de l’ordre de l’heure ou de quelques heures. Ils sont inopérants pour les échelles de temps plus courtes. Comme la ventilation avec de l'air neuf, les dispositifs complémentaires de filtration ne protègent pas contre des expositions très rapprochées.

1. **Stérilisation par ultraviolets**

**Description de la technologie**

La stérilisation par ultraviolets est utilisée depuis des dizaines d’années pour le contrôle des maladies respiratoires comme par exemple la tuberculose ou dans l’industrie alimentaire comme instrument de désinfection. Cette technique a également été proposée pour limiter la transmission du SRAS CoV-2 dans les lieux intérieurs.

Les rayons ultraviolets sont classés en trois catégories selon leur longueur d’onde : UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) et UVC (100-280 nm). Seuls les rayons de 200 à 320 nm (rayons UVB et UVC) permettent la stérilisation. Bien que les rayons UVB produits par le soleil puissent avoir un effet désinfectant à un indice UV élevé et pour une exposition prolongée, les rayons UVC d’environ 254 nm sont beaucoup plus efficaces.

L’effet désinfectant des rayons UVC endommage le matériel cellulaire des bactéries et des virus, y compris leur ADN ou leur ARN. Ces dommages empêchent la reproduction des pathogènes ; ils ne sont alors plus infectieux. Les rayons UVC peuvent causer des dommages à la peau et aux yeux humains, et des précautions doivent donc être mises en place pour prévenir l’exposition à des niveaux dangereux.

La stérilisation par ultraviolets peut être utilisée de plusieurs manières en irradiant l’air, les surfaces ou les objets. Elle peut être combinée à une ventilation naturelle ou mécanique pour désinfecter l’air ou utilisée comme un système indépendant et portatif permettant de désinfecter des surfaces ou des objets. L’effet désinfectant est déterminé par la dose de rayons UVC appliquée, la configuration de l’ensemble de lampes, la durée d’exposition, l’ombre et les caractéristiques des microorganismes visés.

La désinfection de l’air par ultraviolets fonctionne le mieux lorsque l’air est en mouvement à une vitesse et une distance qui permet la désinfection, en l’absence d’ombre et de poussière sur la lampe. Pour la désinfection des surfaces ou des objets, la stérilisation par ultraviolets fonctionne le mieux sur des surfaces propres et lorsqu’on réduit au minimum la présence de sources d’ombre empêchant les rayons d’atteindre les surfaces.

**Efficacité contre le SRAS-CoV-2**

La littérature sur les effets de la stérilisation par ultraviolets indique qu’il peut s’agir d’un moyen efficace d’éliminer les coronavirus, leur structure (virus à ARN simple brin enveloppé) étant plus sensible aux rayons UVC que celle de certains autres virus, comme les virus à ARN double brin et les virus non enveloppés. Cette technologie se révèle efficace contre d’autres virus à ARN simple brin enveloppés, notamment le SRAS-CoV (SRAS) et le CoV-SRMO (SRMO) aux niveaux d’exposition utilisés par les systèmes de désinfection existants ; si des données d’efficacité semblent disponibles en laboratoire**, il n’existe toutefois à ce jour que peu de données probantes pour le SRAS-CoV-2 en utilisation courante.**

En résumé :

• Il a été démontré que la stérilisation par ultraviolets est efficace contre des virus à ARN simple brin enveloppés, y compris certains coronavirus humains ;

• Il y a toutefois peu d’études sur les doses permettant d’inactiver efficacement le SRAS-CoV-2. Les données préliminaires d’une étude sur la désinfection des surfaces et de l’équipement de protection individuelle (EPI) suggèrent que le SRAS-CoV-2 pourrait être inactivé rapidement par une exposition aux rayons UVC, mais peu d’études portent sur les doses optimales de rayonnement dans différents contextes et à différentes fins. **Des expériences de terrain complémentaires sont nécessaires pour pouvoir établir des recommandations en la matière.**

• Des systèmes d’UV en conduit fermé pourraient être appropriés pour la désinfection de l’air recirculant ou dans les petits espaces mal ventilés (ventilables).

• Les purificateurs d’air portatifs ou fixes utilisant des ultraviolets intenses sur des surfaces non protégées pourraient être efficaces pour une désinfection périodique ou en dehors des heures d’utilisation d’un espace. Cette technologie n’est pas appropriée pour les pièces occupées ou les espaces où il y a un risque d’exposition dangereuse aux rayons UVC35.

Étant donné que l'efficacité de ces produits dépend dans une large mesure des diverses conditions décrites ci-dessus (poussière, ombre, durée d'irradiation, etc.), une recommandation à l’utilisation de cette méthode nécessite des préalables :

• Une validation formelle de son efficacité, appareillage par appareillage

• Une délimitation claire du scope de son utilisation

• Une description claire de ses modalités d’utilisation

• Un encadrement de son installation et des entretiens périodiques nécessaires

**En conclusion**

Afin de diminuer le risque de contamination au Covid-19 dans des espaces clos, il y a donc une hiérarchie des mesures à respecter :

• Aérer et/ou ventiler le plus possible, en coupant au maximum et si possible complètement la recirculation d’air et en amenant 100 % d’air neuf.

• S’il est impossible de couper complètement la recirculation d’air en provenance de l’intérieur des locaux, augmenter au maximum le débit d’air neuf.

• Si l’augmentation du débit d’air neuf ne suffit pas, il convient d’examiner la possibilité technique d’installer un système de filtration centralisée.

• Dans le cadre d’une rénovation ou d’une nouvelle installation, prévoir une filtration de l’air centralisée (filtres HEPA ou à précipitation électrostatique).

• Installer en complément une filtration décentralisée (appareils en « stand-alone) dans les locaux. Cette solution est à envisager s’il n’est pas possible d’installer des filtres HEPA ou à précipitation électrostatique de façon centrale dans le système préexistant de recirculation sans occasionner une perte de charge.

• D’autres systèmes de désinfection devraient faire l’objet de recherches et de validation urgentes en vue de compléter l’arsenal (insuffisant) existant actuellement

Par ailleurs, en vue de s’assurer que les mesures prises ont l’effet attendu, il est utile :

• de disposer d’un CO2 mètre afin de mesurer la qualité et la quantité d’air neuf amené.

• de procéder à la vérification régulière du bon fonctionnement des appareillages.

1. Arrêté royal du 2 mai 2019 modifiant le code du bien-être au travail en matière de qualité de l'air intérieur dans les locaux de travail [↑](#footnote-ref-1)