



Le président
Réf. : 21-004031

Paris le 28 août 2021

Lettre du 28 août 2021 complétée le 3 septembre 2021

Monsieur le Directeur général,

Le Haut Conseil de la santé publique a été saisi par la Direction Générale de la santé le 13 août 2021 sur la base des informations publiées en juillet 2021 par l'Agence fédérale allemande de l'environnement (UBA) qui émet de nouvelles recommandations « *au vu de la propagation actuelle des variants du SARS-CoV-2* » et indique notamment que « *partout où la ventilation est insuffisante, des systèmes d'alimentation et d'évacuation d'air simples fonctionnant en continu ou des purificateurs d'air mobiles contribuent à réduire la charge virale dans la pièce jusqu'à 90 %.* ». L'UBA préconise notamment d'appliquer cette recommandation aux salles de classes relevant de la catégorie 2 dite « *à ventilation limitée* » (absence de système de ventilation, fenêtres ne pouvant être qu'inclinées ou volets de ventilation avec section minimale) pour lesquelles l'utilisation d'épurateurs d'air mobiles « *correctement positionnés et exploités* » serait « *efficace pour minimiser la probabilité d'infections indirectes pendant la durée de la pandémie* ». L'UBA précise que ces appareils mobiles de purification d'air ne peuvent remplacer le besoin de ventilation et que, par conséquent, une ventilation régulière doit être maintenue lors de leur utilisation (Annexe 1).

Compte tenu de ces nouvelles recommandations de l'UBA et de publications scientifiques intervenues depuis les avis du HCSP des 14 et 21 mai 2021 relatifs au recours à des unités mobiles de purification de l'air dans le cadre de la maîtrise de la diffusion du SARS-CoV-2 dans les espaces clos, le HCSP est sollicité sur l'opportunité d'une mise à jour de ses recommandations. Cette lettre

Monsieur le Pr Jérôme Salomon
Directeur général de la santé (DGS)
Ministère des solidarités et de la santé
14 avenue Duquesne
75007 Paris

du HCSP repose elle-même sur plusieurs avis précédents¹²³⁴⁵ relatifs à la ventilation et à l'évaluation du taux de renouvellement de l'air intérieur par la mesure du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'air. La liste des experts du groupe de travail constitué pour la réponse à cette saisine est précisée en annexe 2.

Le HCSP a pris en considération les différents points suivants :

1. Les éléments publiés par Santé publique France (SpF) actualisés

En semaine 32, la circulation du SARS-CoV-2 reste intense sur le territoire national avec une augmentation limitée du taux d'incidence et des indicateurs hospitaliers en métropole. La situation est en revanche très critique en Martinique et en Guadeloupe, avec des taux d'incidence extrêmement élevés, des capacités hospitalières saturées et un excès important de mortalité. Au niveau national, dans le contexte de la mise en place du passe sanitaire, on observe une forte augmentation du taux de dépistage, ce qui contribue à la légère augmentation du taux d'incidence. Les taux d'incidence restaient les plus élevés chez les 10-39 ans. Le nombre de contacts déclarés par les cas était encore en diminution, suggérant une baisse d'exhaustivité de l'identification des personnes-contacts.

2. Les incertitudes sur une possible augmentation de la transmission du variant Delta chez les enfants et les jeunes et notamment sur la circulation au sein des établissements scolaires

- Le Centre européen de contrôle des maladies (ECDC) dans une publication de juillet 2021 indique une transmissibilité accrue dans tous les groupes d'âge pour les variants préoccupants du SARS-CoV-2, notamment le variant Delta. Au Royaume-Uni, où le variant Delta prédomine depuis mai 2021, les infections augmentent le plus rapidement chez les 17-29 ans, qui ne sont pas vaccinés pour la plupart. Les infections augmentent également dans les groupes d'âge plus jeunes, mais à un rythme inférieur. L'augmentation de la transmission chez les enfants et les jeunes peut être due en partie au variant Delta.
- **D'après les données de SpF en semaine 32**, 439 392 personnes de moins de 18 ans ont été testées pour le SARS-CoV-2 et un total de 30 458 nouveaux cas a été rapporté.
 - Les 0-17 ans représentaient 18,5% de l'ensemble des nouveaux cas observés dans la population générale. Si l'on considère des classes d'âge plus fines, correspondant aux niveaux scolaires, les 0-2 ans représentaient 5% des nouveaux cas parmi les moins de 18 ans, les 3-5 ans 7%, les 6-10 ans 27%, les 11-14 ans 32% et les 15-17 ans 29%.

¹ Haut Conseil de la santé publique. Avis du 14 octobre 2020 relatif à l'utilisation des appareils de chauffage dans le contexte de l'épidémie de Covid-19. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=928>

² Haut Conseil de la santé publique. Avis du 22 novembre 2020 relatif à une proposition de protocole renforcé pour les commerces dans le contexte de l'épidémie de Covid-19. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=946>

³ Haut Conseil de la santé publique. Avis du 28 avril 2021 relatif à l'adaptation des mesures d'aération, de ventilation et de mesure du dioxyde de carbone (CO₂) dans les établissements recevant du public (ERP) pour maîtriser la transmission du SARS-CoV-2. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1009>

⁴ Haut Conseil de la santé publique. Avis des 14 et 21 mai 2021 relatif au recours à des unités de purification de l'air dans le cadre de la maîtrise de la diffusion du SARS-CoV-2 dans les espaces clos. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1014>

⁵ Haut Conseil de la santé publique. Avis du 14 juin 2021 relatif à une relecture critique de documents du ministère chargé de la santé pour la déclinaison opérationnelle par les différents secteurs professionnels des recommandations concernant l'aération/ventilation et les purificateurs d'air dans le cadre de la maîtrise de la diffusion du SARS-CoV-2 dans les espaces clos. <https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=1070>

- Le **taux d'incidence** au niveau national était de 65 pour 100 000 habitants chez les 0-2 ans, 95 chez les 3-5 ans, 200 chez les 6-10 ans, 292 chez les 11-14 ans et 354 chez les 15-17 ans. Depuis la semaine 31 le taux d'incidence des 15-17 ans se stabilise et l'augmentation des taux d'incidence ralentit dans les autres classes d'âge.
 - Les **taux de positivité** continuaient d'augmenter dans toutes les classes d'âges mis à part chez les 15-17 ans. Dans cette classe d'âge, le taux de positivité diminuait (- 0,3 point de pourcentage) après 5 semaines consécutives d'augmentation.
 - Par rapport à la S31, l'augmentation du nombre de cas de moins de 18 ans chez les asymptomatiques et symptomatiques continuait : + 10 % et + 4 % respectivement. Avec un nombre de tests chez les moins de 18 ans qui se stabilisait chez les asymptomatiques (+ 0 %) et diminuait chez les symptomatiques (- 8 %). En S32, la proportion de symptomatiques dans le nombre de cas de moins de 18 ans était de 38 % (contre 40 % en S31 et 39 % en S28).
- **La plupart des études récentes ont été réalisées quand les écoles étaient fermées** (confinement, vacances). Elles ne sont donc pas représentatives des situations où le virus circule activement dans la population générale et où les écoles sont ouvertes. De plus, les enfants sont souvent peu ou pas symptomatiques de la Covid-19, ce qui entraîne une sous-estimation du nombre d'enfants contaminés (car ils sont moins détectés et moins testés). Comme pour le reste de la population, **de nombreux facteurs influencent** probablement le rôle des enfants sur la dynamique de la pandémie : relations sociales intra- et inter-générationnelles, taux de scolarisation, densité d'élèves par classe, taux de port du masque, activités scolaires effectuées sans masque, nombre d'enfants par foyer.

3. Les recommandations internationales sur les unités mobiles de filtration d'air publiées aux USA et en Europe au cours des 3 derniers mois (Annexe 3)

L'organisation mondiale de la santé⁷ (OMS) mentionne que l'efficacité des filtres HEPA portables dépendra de la capacité de débit d'air de l'unité, la configuration de la pièce, la position de l'unité de filtre HEPA par rapport à la disposition de la pièce et à l'emplacement des grilles d'alimentation. L'OMS rappelle que les purificateurs d'air ne remplacent pas la ventilation normale car ils ne sont capables d'éliminer qu'une partie de la contamination de l'air intérieur.

Dans les différents pays :

- Aux États-Unis⁸, les autorités prévoient l'utilisation de purificateurs d'air en milieu de travail.
- En Allemagne⁹, le gouvernement fédéral a annoncé leur déploiement dans les écoles dans les salles à ventilation limitée.
- En Autriche¹⁰, l'utilisation de purificateurs d'air en milieu de travail est encadrée par un guide.
- Au Royaume-Uni¹¹, les autorités mentionnent leur utilisation pour les lieux clos mal ventilés.
- En Belgique¹², un arrêté ministériel précise les conditions provisoires de leur mise sur le marché.
- Aux Pays Bas¹³ et en Italie¹⁴, des recommandations ont également été publiées.

Des précisions techniques sont également apportées par les fédérations techniques européennes des professionnels de la ventilation des bâtiments (REHVA)¹⁵.

4. Les publications scientifiques récentes sur l'efficacité des purificateurs d'air dans le cadre de la lutte contre la Covid-19 (Annexe 4)

Les données récentes publiées depuis l'avis du HCSP du 21 mai 2021 mettent en évidence l'efficacité des unités mobiles de filtration d'air dans la réduction de la charge en particules en condition réelle. L'étude réalisée en Allemagne¹⁷ dans une salle de classe en condition réaliste en présence d'élèves et de leurs professeurs conclut au fait qu'un purificateur d'air HEPA avec un débit d'air suffisamment élevé et positionné correctement réduit la quantité d'aérosols au point que le risque d'être infecté par une personne hautement contagieuse devrait être fortement réduit. Cependant elle précise également¹⁸ « qu'un filtre à air ne remplace pas l'ouverture de la fenêtre à intervalles réguliers, ce qui est important pour diminuer la concentration de CO₂ dans la pièce. Nos mesures dans les salles de classe ont montré que les niveaux dépassaient souvent les limites recommandées. Ici, nous recommandons d'installer des capteurs de CO₂ afin que les étudiants et les enseignants puissent surveiller cela eux-mêmes ». Ces conclusions sont celles qui apparaissent dans les publications récentes, en particulier aux États-Unis, (salle de classe, salle de conférence, gymnase...). Un article publié²⁰ dans la revue hebdomadaire des Centres de contrôle des maladies des États-Unis (MMWR, CDC), basé essentiellement sur des simulations, conclut que l'utilisation de purificateurs d'air HEPA portables et le masque peuvent chacun réduire l'exposition aux aérosols SARS-CoV-2 simulés dans les environnements intérieurs, avec des réductions plus importantes se produisant lorsque les purificateurs d'air et le masque sont utilisés ensemble. Une autre publication²¹ précise « qu'une étude technique préalable à l'installation des purificateurs d'air est nécessaire s'agissant notamment de leur nombre, leur capacité et leur emplacement ». Il faut cependant noter que ces publications concernant l'utilité des systèmes de filtration d'air en condition réaliste sont peu nombreuses, qu'elles vont dans le sens d'une contribution de ces systèmes à la réduction du risque mais en complément de l'aération quand celle-ci est déficiente et ne peut pas être améliorée à court terme et du port de masque ainsi que de l'application des autres mesures barrières. Alors que des études ont été réalisées en France, aucune à ce jour n'a été publiée et il serait utile qu'elles le soient rapidement.

5. **Le HCSP, à travers sa relecture critique⁵ et ses propositions d'amendements du 14 juin 2021 du document ministériel relatif à la déclinaison opérationnelle des recommandations sur l'aération/ventilation et les purificateurs d'air** du ministère chargé de la santé pour les différents secteurs professionnels, a considéré que celui-ci était complet, précis et cohérent avec les différents avis du HCSP sur ces thématiques ainsi qu'avec les connaissances scientifiques du moment.
6. **Les conclusions de la note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)⁶ relative à la viabilité du virus SARS-CoV-2 dans l'air et à la dose infectante (juillet 2021)** : alors que la possibilité d'une transmission du virus SARS-CoV-2 via des aérosols est scientifiquement confirmée, l'Anses rappelle que la part que représente cette voie de contamination reste encore à préciser et qu'il est aujourd'hui impossible de déterminer quelle est la part respective des différentes voies de transmission du SARS-CoV-2 en population générale, à savoir : le contact direct avec un individu infecté, la transmission par gouttelettes et aérosols à courte distance (moins de 2 mètres), la transmission par aérosols à longue distance, ou le contact indirect avec des surfaces contaminées.
7. **L'expérimentation faite en France (Région AURA) dans une chambre d'essais en conditions de laboratoire (et non en situation réelle d'occupation de locaux) relative à l'évaluation de l'efficacité de dispositifs mobiles de filtration de l'air vis-à-vis du virus SARS-CoV-2 et ayant servi de support à la mise en place de ces appareils en Auvergne Rhône-Alpes (Annexe 5).**

⁶ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Note d'appui scientifique et technique du 27 juillet 2021 relative à la viabilité dans l'air et la dose infectante du virus SARS-CoV-2. <https://www.anses.fr/fr/content/covid-19-quelle-viabilite-du-virus-sars-cov-2-dans-l-air>

Le HCSP rappelle l'essentiel de ses recommandations⁴ du 21 mai 2021 relatives à l'utilisation d'unités mobiles de purification de l'air dans les espaces clos :

- De n'implanter que des unités mobiles de purification d'air **par filtration selon ISO / NF EN HEPA H13 ou H14 ou taux de filtration équivalent, respectant les normes relatives aux filtres et aux performances intrinsèques de l'appareil.**
- De prévoir, pour chaque implantation d'unités mobiles de purification de l'air dans un lieu donné, **une étude technique préalable** par une personne qualifiée et/ou par le fournisseur industriel ou commercial.
- Cette étude devra permettre d'identifier et préciser, entre autres :
 - le volume du local à traiter,
 - les modalités d'aération/ventilation existantes en identifiant les flux d'air naturels ou forcés,
 - le nombre d'appareils à prévoir pour assurer une filtration suffisante de l'air de la pièce à traiter (en prévoyant au minimum de filtrer chaque heure 5 fois le volume du local),
 - la disposition des appareils compte tenu des obstacles éventuels à la circulation de l'air et du besoin d'éviter les flux vers les visages des personnes.
- De maintenir l'application des mesures barrières dans les locaux ventilés, aérés et équipés d'une unité mobile de purification de l'air.

Le HCSP considère les éléments suivants :

1. Les purificateurs d'air utilisables sont dénommés « unités mobiles de filtration d'air » du fait de la recommandation par le HCSP de n'utiliser que des appareils comportant des techniques de filtration d'air à l'aide de filtres de classification ISO / NF EN H13 ou H14. En particulier, seuls les filtres à air permettent une réduction rapide des particules alors que les autres technologies d'épuration de l'air nécessitent un temps de contact plus long pour obtenir cette réduction des particules (UVC par exemple).
2. Les unités mobiles de filtration d'air représentent une des mesures de prévention complémentaire qui participe à la réduction du risque de transmission aéroportée du SARS-CoV-2 mais qui ne se substitue pas aux autres mesures non pharmaceutiques de prévention ;
3. Les unités mobiles de filtration d'air ne remplacent pas l'aération et/ou la ventilation des locaux car ils n'apportent pas d'air neuf extérieur. Le renouvellement de l'air des locaux par l'aération/ventilation permet d'apporter de l'oxygène et assure la dilution et l'élimination des polluants intérieurs, dont les particules, afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur. Tout ERP doit se mettre en conformité avec la réglementation des systèmes d'aération/ventilation en vigueur. Les unités mobiles de filtration d'air doivent respecter, pour une efficacité en situation réelle d'occupation des locaux, plusieurs éléments techniques précisés en annexe 6 ;
4. La nécessité d'équiper les espaces recevant du public de capteurs CO₂ qui permettent de surveiller les conditions d'aération/ventilation des locaux et d'agir sur les conditions en vue de respecter en continu les seuils recommandés par le HCSP. Dans le cas de difficultés techniques (ouverture incomplète des fenêtres, débits d'air insuffisants), il existe d'autres possibilités, comme les aérateurs ou la ventilation mécanique par insufflation, pour améliorer les conditions d'aération/ventilation dans ces espaces clos ;
5. La nécessité de prendre en considération, avant tout déploiement d'unités mobiles de filtration d'air, une logistique d'installation et de vérification d'efficacité en conditions réelles d'utilisation ainsi que les conditions de sécurité de maintenance, notamment le changement de filtre (protection des professionnels) ;
6. La prise en compte des seules unités mobiles de filtration d'air validées selon les normes d'efficacité en vigueur ;
7. La dimension opérationnelle des unités mobiles de filtration d'air n'a pas été testée en conditions réelles pour l'instant en France (aucune donnée publiée à ce jour) et des études exploratoires en situations réelles d'occupation des locaux devraient être financées et conduites dans le cadre de la recherche scientifique. Il subsiste des incertitudes sur la contribution à la réduction du risque de ces unités mobiles de filtration d'air pour la réduction du risque de transmission interindividuelle du SARS-CoV-2 dans des ERP ou espaces clos disposant d'une ventilation fonctionnelle et efficace ;
8. Les études expérimentales réalisées et disponibles dans la littérature internationale permettent de définir les performances des techniques de purification de l'air mais elles sont difficilement transposables à des configurations et activités de locaux particulières ;
9. Certains ERP pourraient bénéficier de cette mesure complémentaire de réduction du risque de transmission du virus, dans l'attente d'une amélioration technique lorsque les conditions d'aération/ventilation sont insuffisantes et dans le respect des exigences techniques et d'une vérification d'efficacité sur site des unités mobiles de filtration d'air. Il pourrait s'agir de lieux accueillant des personnes non vaccinées (par exemple, école

primaire) ou dans des situations particulières et techniquement difficiles d'aération et/ou de ventilation suffisantes (dépassement des seuils de CO₂ recommandés par le HCSP sans pour autant atteindre un air confiné avec une concentration de CO₂ dépassant 1000 ppm).

10. Les enfants de moins de 12 ans n'étant pas vaccinés, la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 par des mesures non pharmaceutiques et la vaccination des adultes est un objectif prioritaire dans les écoles. L'utilisation contrôlée d'unités mobiles de filtration d'air pourrait présenter des indications ciblées dans certaines classes ou lieux de regroupement présentant des contraintes d'aération et de ventilation (qui restent à améliorer dans les meilleurs délais possibles) et des taux non conformes de CO₂ (sans pour autant atteindre un air confiné qui peut être délétère pour la santé et l'apprentissage scolaire).

11. La réflexion autour de l'utilisation de purificateurs d'air doit s'intégrer dans une démarche prospective d'amélioration globale de la qualité de l'air dans les espaces intérieurs.

Au total, compte tenu des différents éléments scientifiques présentés dans cette lettre et en complément de son avis du 14 et 21 mai 2021, le HCSP précise et recommande :

Concernant la politique globale de prévention de la transmission aéroportée

- De définir l'utilisation des unités mobiles de filtration d'air dans une approche holistique comportant l'ensemble des mesures barrières pour la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2 ;
- D'améliorer en première approche, la ventilation mécanique des locaux avec de l'air extérieur filtré ou non filtré dans tous les espaces recevant du public. En absence de ventilation mécanique, l'aération peut être naturelle (par l'ouverture des fenêtres et des portes) ou forcée par utilisation d'extracteurs ou d'insufflateurs d'air. La ventilation mécanique ou l'aération naturelle ou forcée sera optimisée en mesurant la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) dans la pièce. Cette mesure sera menée idéalement en continu. L'implantation du ou des capteurs (obligatoirement selon la technologie NDIR et pouvant être périodiquement étalonnés) sera faite pour avoir une bonne représentativité de la mesure. L'objectif fixé par le HCSP est de maintenir le CO₂ en dessous de 800 ppm (parties par million étant l'unité de mesure utilisée internationalement). Toutefois, cette valeur représente un objectif cible qui pourrait ne pas être atteint en permanence, compte tenu des variations possibles des niveaux de CO₂ sur de courtes durées, mais qui ne représentent aucun danger pour les occupants d'un espace donné. Ces variations peuvent être liées à des conditions d'aération difficile à réaliser (par exemple en cas de température de l'air extérieur trop chaude ou trop froide ou un niveau de bruit à l'extérieur trop élevé ou encore un climat pluvieux) ou au niveau d'occupation des locaux. La mise en œuvre des mesures de gestion de la qualité de l'air doit donc prendre en compte une tolérance quant au respect de l'objectif cible de 800 ppm qui doit être considéré comme une valeur moyenne sur la durée d'occupation de l'espace clos. Seules les ventilations mécaniques contrôlées, associées à des capteurs de CO₂, permettent d'atteindre en permanence un seuil préalablement fixé.

Concernant l'utilisation des unités mobiles de filtration d'air

- De considérer trois niveaux de risque et d'utilisation possible des unités mobiles de filtration d'air (dans le respect des exigences techniques précisées dans l'annexe 6 et d'une vérification sur site), en fonction de la performance de la ventilation et des possibilités d'aération des espaces recevant du public :

- **Niveau 1** - Existence d'une ventilation fonctionnelle et suffisante et des conditions d'aération satisfaisantes permettant à tout moment, en période d'activité de mesurer le taux de CO₂ :
 - les unités mobiles de filtration d'air ne sont pas nécessaires
- **Niveau 2** - Existence d'une ventilation non fonctionnelle ou au débit d'air insuffisant et des conditions d'aération techniquement difficiles avec difficulté d'atteindre les seuils de concentration en CO₂ recommandés par le HCSP :
 - revoir la jauge ou envisager des solutions techniques de renouvellement d'air
 - les unités mobiles de filtration d'air peuvent être utilisées selon les conditions fixées par l'avis du HCSP du 14 et 21 mai 2021, et les exigences techniques précisées dans l'annexe 6, pour réduire la concentration en particules dans l'air
- **Niveau 3** - Absence de ventilation et d'aération possible :
 - ne pas recevoir du public dans ces espaces clos

Concernant l'utilisation des unités mobiles de filtration de l'air en milieu scolaire

- Il est inutile d'exiger le déploiement d'unités mobiles de filtration d'air dans toutes les classes des établissements scolaires ;
- De réserver l'utilisation ciblée des unités mobiles de filtration d'air dans les salles de classe ou des espaces présentant des conditions défavorables de ventilation et d'aération (évaluées notamment par des concentrations en CO₂ élevées en permanence) et dans lesquelles la jauge d'élèves ne peut être ajustée, ceci dans l'attente de solutions techniques d'aération/ventilation.

Concernant la prospective sur la qualité de l'air intérieur

- De mettre en œuvre des études scientifiques comparatives *in situ* avec différentes conditions d'aération/ventilation (à savoir réaliser des expériences en situation réelle dans des salles de classes occupées par des élèves et enseignants, avec fenêtres et/ou portes ouvertes/fermées)
- D'intégrer la réflexion sur les purificateurs d'air dans une approche d'innovation et de prospective relative à la qualité de l'air intérieur

Nous restons à votre disposition pour tout complément ou précision que vous jugeriez utile et nous vous prions de croire à nos sentiments les meilleurs,

Pr Franck Chauvin

Président du HCSP

Annexe 1 : saisine de la Direction générale de la santé

De : SALOMON, Jérôme (DGS) <Jerome.SALOMON@sante.gouv.fr>

Envoyé : vendredi 13 août 2021 18:41

À : HCSP-SECR-GENERAL <HCSP-SECR-GENERAL@sante.gouv.fr>; CHAUVIN, Franck (DGS/MSR/SGHCSP) <franck.chauvin@sante.gouv.fr>

Objet : SAISINE HCSP - recours aux purificateurs d'air

Monsieur le Président, cher Franck,

L'Agence fédérale pour l'environnement (Umweltbundesamt – UBA) a publié sur son site en juillet 2021 de nouvelles recommandations s'agissant des épurateurs d'air mobiles (les précédentes recommandations de l'UBA en la matière datent de février 2021 - cf. page du site de l'UBA).

D'après les informations publiées (dont les traductions citées ci-après sont non officielles), l'Agence émet ces nouvelles recommandations « *au vu de la propagation actuelle des variants* » et indique notamment que « *partout où la ventilation est insuffisante, des systèmes d'alimentation et d'évacuation d'air simples fonctionnant en continu ou des purificateurs d'air mobiles contribuent à réduire la charge virale dans la pièce jusqu'à 90 %.* »

L'Agence préconise notamment d'appliquer cette recommandation aux salles de classes relevant de la catégorie 2 dite « *à ventilation limitée* » (absence de système de ventilation, fenêtres ne pouvant être qu'inclinées ou volets de ventilation avec section minimale) pour lesquelles l'utilisation d'épurateurs d'air mobiles « *correctement positionnés et exploités* » serait « *efficace pour minimiser la probabilité d'infections indirectes pendant la durée de la pandémie* ». L'Agence précise que ces appareils mobiles de purification d'air ne peuvent remplacer le besoin de ventilation et que, par conséquent, une ventilation régulière doit être maintenue lors de leur utilisation.

L'Agence UBA et l'Association des ingénieurs allemands (VDI) ont par ailleurs établi des exigences techniques relatives aux purificateurs d'air mobiles : le document publié dans sa version courte et daté du 20 juillet 2021 (document VDI EE 4300) précise les critères auxquels doivent répondre ces appareils. Il convient de souligner que le document cite des critères s'appliquant aux technologies d'épuration à base d'UVC.

Compte tenu de ces publications intervenues depuis votre dernier avis des 14 mai 2021 et 21 mai 2021 concernant le recours à des unités mobiles de purification de l'air dans le cadre de la maîtrise de la diffusion du SARS-CoV-2 dans les espaces clos, je vous sollicite sur l'opportunité d'une mise à jour de l'avis du HCSP précédemment cité.

Cette évaluation de l'opportunité d'une mise à jour prendra notamment en compte les données actualisées de transmission du virus et ses variants actuels, les éventuelles nouvelles recommandations internationales émises en matière d'aération et ventilation et les données de la littérature scientifique relative aux purificateurs d'air, incluant en particulier l'article du CDC publié le 9 juillet 2021 relatif à l'efficacité des purificateurs d'air mobiles et du port du masque sur la réduction de l'exposition intérieure aux aérosols expirés simulés du virus SARS-CoV-2.

Je vous remercie par avance pour les précisions que vous pourrez nous apporter.

Je souhaite pouvoir disposer de vos préconisations d'ici le 25 août 2021.

Bien à toi,

Professeur Jérôme SALOMON

Directeur général de la Santé
PARIS 07 SP, France

Annexe 2 : Composition du groupe de travail ayant élaboré ces recommandations

Membre qualifié de la Commission spécialisée « Sécurité du système de santé et des patients »

- Didier LEPELLETIER, vice-président de la CS-3SP, co-président du groupe de travail Covid-19, pilote du groupe de travail pour la réponse à cette saisine

Membres qualifiés de la Commission spécialisée « Risques liés à l'environnement »

- Francelyne MARANO, présidente de la CS-RE
- Jean-Louis ROUBATY
- Fabien SQUINAZI, vice-président de la CS-RE, co-pilote du groupe de travail

Experts extérieurs au HCSP

- Eric GAFFET, UMR 7198, CNRS – Université de Lorraine
- Brigitte MOLTRECHT, Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO)

Relecteurs représentant l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses)

- Gilles SALVAT
- Matthieu SCHULER, directeur général délégué

Secrétariat général du HCSP

- Yannick PAVAGEAU

Annexe 3 : Recommandations internationales sur les purificateurs d'air publiées par l'OMS, aux USA et en Europe dans la période récente (au cours des 3 derniers mois)

1. **L'Organisation mondiale de la santé⁷ (OMS)** définit les purificateurs d'air comme des dispositifs utilisés pour l'élimination des particules présentes dans l'air et/ou de gaz de l'air. Les filtres à air peuvent être ajoutés aux systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) ou aux unités d'ambiance autonomes. Les filtres à air à espace unique avec filtres à particules à haute efficacité (HEPA) (montés au plafond ou portables) peuvent être efficaces pour réduire/abaisser les concentrations d'aérosols infectieux dans un seul espace. **L'efficacité des filtres HEPA portables dépendra de la capacité de débit d'air de l'unité, la configuration de la pièce, y compris les meubles et les personnes dans la pièce, la position de l'unité de filtre HEPA par rapport à la disposition de la pièce et à l'emplacement des grilles d'alimentation. L'OMS rappelle que les purificateurs d'air ne remplacent pas la ventilation normale car ils ne sont pas capables d'éliminer qu'une partie de la contamination de l'air intérieur.** L'OMS mentionne que les filtres à air intérieur portables, dans des situations autres qu'en laboratoire ou en milieu professionnel, ont montré qu'ils sont efficaces pour réduire les particules fines (PM_{2,5}) de 40 à 82 % mais qu'une amélioration des effets sur la santé a été peu démontrée.

S'agissant des établissements de santé, l'OMS mentionne que si aucune autre stratégie (à court terme) ne peut être adoptée, il peut être envisagé l'utilisation de purificateurs d'air autonome avec des filtres HEPA. Il faut faire attention à la direction du flux d'air (des zones propres vers les zones moins propres) et du positionnement des appareils. Le filtre à air doit être placé dans les zones utilisées par les personnes et à proximité des personnes, pour fournir le maximum de traitement possible de la ou des sources d'infection. Les purificateurs d'air autonomes doivent fonctionner en continu. **L'OMS rappelle que les purificateurs d'air autonomes ne remplacent en aucun cas la ventilation.** Pour les autres bâtiments, l'OMS envisage également le cas où les purificateurs d'air peuvent être utilisés, en différenciant la situation des bâtiments non résidentiels des bâtiments résidentiels. L'OMS recommande un équipement avec des filtres MERV14 / ISO ePM1 70-80%.

2. **L'organisme américain de santé et de sécurité au travail OSHA⁸** indique notamment que **l'installation de purificateurs d'air peut être prise en compte** dans les bâtiments avec un taux d'occupation important ou qui sont insuffisamment ventilés.
3. **Le gouvernement fédéral allemand⁹ s'est engagé dans un communiqué du 15 juillet 2021** pour l'utilisation de dispositifs mobiles de purification de l'air dans les universités et les écoles. **Les établissements où la ventilation est insuffisante et qui accueillent des enfants de moins de 12 ans, c'est-à-dire les écoles primaires et maternelles et les jardins d'enfants, sont prioritairement concernés.** Ce choix s'explique par l'absence de campagne de vaccination contre la Covid-19 chez les enfants de moins de 12 ans jusqu'à nouvel ordre, alors qu'en même temps il existe un risque accru de contamination dans les salles de classe ou collectives qui ne peuvent être ventilées ou qui le sont insuffisamment.

⁷ Organisation mondiale de la santé (World Health Organization). Roadmap to improve and insure good indoor ventilation in the context of Covid-19. 2021. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/339857/9789240021280-eng.pdf>

⁸ Etats-Unis. Occupational Safety and Health Administration. Guidance on mitigating and preventing the spread of Covid-19 in the workplace. <https://www.osha.gov/coronavirus/safework>

⁹ Allemagne. Gouvernement fédéral. Le gouvernement fédéral informe sur la crise du coronavirus. 15 juillet 2021. <https://www.deutschland.de/de/news/bundesregierung-und-corona-krise>

4. **En Autriche, le ministère du travail¹⁰ s'est prononcé favorablement à l'utilisation de purificateurs d'air**, notamment s'agissant de la purification de l'air à l'aide de filtres (principalement des filtres à particules haute performance (filtres HEPA) ou filtre à particules haute performance (filtre EPA). Il souligne également la ventilation et la mesure du CO₂ (seuil de 1000 ppm).
5. **En Belgique, un arrêté ministériel¹¹ précise les conditions provisoires de mise sur le marché des produits de purification de l'air** dans le cadre de la gestion de la Covid-19. **L'arrêté fait référence à l'avis du Conseil supérieur de la Santé qui considère qu'une ventilation adéquate des bâtiments avec de l'air neuf, en dehors des bâtiments à fonction médicale, est une condition nécessaire pour limiter la transmission du SARS-CoV-2 par voie aéroportée". Il ajoute qu'aucune mesure de ventilation ne dispense du port du masque, du lavage des mains, du nettoyage des surfaces et du maintien d'une distance physique.**

L'arrêté ministériel interdit de mettre sur le marché belge des produits dangereux pour la santé tels que les lampes UVC en rayonnement direct, des produits qui génèrent de l'ozone, qui ionisent l'air ou qui utilisent le plasma froid". Tous ces systèmes sont donc interdits, à savoir ceux qui utilisent une ou plusieurs techniques comme :

- 1° de l'ozone, les systèmes à plasma froid ;
- 2° les systèmes qui utilisent des UV-C et qui ne suivent pas les conditions précisées dans l'arrêté royal ;
- 3° la combinaison d'UV et de solides photo catalytiques (principalement le TiO₂) ;
- 4° l'ionisation de l'air sans capture des précipités ;
- 5° la brumisation au peroxyde d'hydrogène.

Les produits mobiles de purification de l'air doivent, selon l'arrêté royal, répondre aux normes. **Les filtres doivent répondre aux normes HEPA de la classe H13 ou H14.**

6. **Au Royaume-Uni, les services du Health and Service Executive¹² ont mis à jour leur guide relatif à la ventilation et à l'air conditionné.**

Le HSE indique qu'il est possible d'utiliser des unités locales de purification et de filtration de l'air pour réduire la transmission d'aérosols dans l'air lorsqu'il n'est pas possible de maintenir une ventilation adéquate.

Le HSE mentionne que ces unités ne remplacent pas la ventilation. Il faut donner la priorité à toutes les zones mal ventilées pour une amélioration par d'autres moyens, avant de penser à utiliser un appareil de purification de l'air. En cas d'utilisation de ces dispositifs, le HSE indique qu'il faut des unités avec des filtres à haute efficacité ou des appareils à ultra-violet. Toute unité doit être adaptée à la taille de la zone dans laquelle elle est utilisée pour s'assurer qu'elle fonctionne comme prévu.

Le HSE ajoute que les appareils de mesure du CO₂ ne sont pas adaptés à une utilisation dans des zones qui dépendent d'unités de purification d'air. En effet, les unités de filtration éliminent les contaminants (tels que le SAR-CoV-2) de l'air mais n'éliminent pas le CO₂.

¹⁰ Autriche. Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Positionspapier zu Lüftungsunterstützenden Maßnahmen zur Infektionsprophylaxe – Einsatz von Luftreinigern und Einbringung von Wirkstoffen in die Innenraumluft. 9 Juni 2021. <https://www.bmk.gv.at>

¹¹ Belgique. Arrêté ministériel (fédéral) du 18 mai 2021 déterminant provisoirement les conditions de la mise sur le marché des produits de purification de l'air dans le cadre de la lutte contre le SARS-CoV-2 en dehors des usages médicaux. <https://health.belgium.be/fr/arrete-ministeriel-determinant-provisoirement-les-conditions-de-la-mise-sur-le-marche-des-produits>

¹² Royaume-Uni. Health and Safety Executive. Ventilation and Air Conditioning during the coronavirus (Covid-19) pandemic. Updated 9 August 2021. <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/equipment-and-machinery/air-conditioning-and-ventilation/air-cleaning-and-filtration-units.htm>

7. Aux Pays-Bas, le RIVM¹³ mentionne les éléments suivants (actualisation du 9 juillet 2021).

Les purificateurs d'air peuvent réduire les virus ou les bactéries qui peuvent être présents dans l'air circulant à travers l'appareil. Ils le font en arrêtant les virus et les bactéries (par exemple via des filtres) et/ou en les tuant (par exemple via le rayonnement UV ultraviolet-C). Un appareil électrique mobile qui peut être placé dans une pièce est également appelé purificateur d'air « autonome ». On ne sait toujours pas si ce type de purificateur d'air a une valeur ajoutée pour prévenir ou réduire la transmission du coronavirus SRAS syndrome respiratoire aigu sévère-CoVcoronavirus-2 dans les lieux publics ou dans la maison où il y a une ventilation suffisante. On ignore également quelle est l'influence sur la transmission entre deux personnes à moins de 1,5 mètre si un purificateur d'air est situé ailleurs dans une pièce. Ceci s'applique également à la transmission manuelle et surfacique. Les purificateurs d'air ne remplacent pas la ventilation. En ventilant, l'air intérieur est rafraîchi avec de l'air extérieur. Les purificateurs d'air éliminent les particules de l'air intérieur, mais l'air n'est pas rafraîchi. Pour assurer un climat intérieur agréable et sain, une pièce doit donc dans tous les cas être conforme aux réglementations de ventilation en vigueur. De plus, comme la ventilation, les purificateurs d'air ne sont pas adaptés pour remplacer les règles de base relatives à la Covid-19. Rester à la maison et se faire tester, garder ses distances et l'hygiène (des mains) restent importants. Ces mesures visent à prévenir toutes les formes de transmission. Ils préviennent l'infection par le coronavirus SARS-CoV-2. L'Institut national de la santé publique et de l'environnement du RIVM n'a aucun rôle dans l'agrément ou le conseil d'un type particulier de purificateur d'air.

8. En Italie, les textes de référence ont été publiés par l'Institut supérieur de santé¹⁴ :

Les recommandations semblent s'appliquer de manière générale aux lieux clos. Il est toujours souligné que le filtrage de l'air ne remplace en aucun cas les renouvellements de l'air par de l'air extérieur et n'est pas, utilisé seul, un moyen suffisant pour empêcher une contamination par le SRAS-CoV-2. Il est indiqué que la filtration de l'air à travers l'utilisation de filtres de natures diverses est un procédé capable d'améliorer la qualité de l'air des lieux clos, à condition que ces dispositifs soient adaptés au volume des pièces et que la qualité et l'efficacité des filtres soient vérifiées. Les recommandations s'appuient sur une étude de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis pour attester de l'efficacité de ce type de procédé contre le SARS-CoV-2 (USEPA. *Air Cleaners, HVAC Filters, and Coronavirus (Covid-19)*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency; 2021).

Différents types de purificateurs sont distingués :

- Les purificateurs d'air à filtre. Ils sont conseillés et jugés efficaces contre le virus si leur portée est adaptée à la pièce et s'ils sont équipés d'un filtre HEPA ou pour lequel il est spécifiquement indiqué qu'il filtre les particules dans la gamme de taille de 0,1 µm à 1 µm, permettant ainsi d'avoir un CADR (Clean Air Delivery Rate, taux de production d'air pur) satisfaisant.
- Les purificateurs / ioniseurs. Il existe des purificateurs d'air basés sur la technologie « plasma » efficaces pour réduire la charge microbienne, y compris les virus. Il est recommandé, en s'appuyant sur l'étude de l'EPA américaine, de ne pas utiliser les purificateurs d'air qui génèrent de l'ozone dans les espaces accueillant du public, l'ozone étant susceptible d'entraîner une irritation des voies respiratoires.

¹³ Pays-Bas. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Ventilation et purification de l'air. Mise à jour du 9 juillet 2021. <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/ventilatie#xga5cbng-downloads-4640>

¹⁴ Italie. Istituto Superiore di Sanita (ISS). Raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non sanitarie nell'attuale emergenza COVID-19 : ambienti / superfici. Version du 20 mai 2021. https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+12_2021.pdf/4eeb2ce8-648d-b045-4a8c-5dfe1fc7b56a?t=1622463358049

9. **La Fédération européenne des associations du chauffage, de la ventilation et de l'air conditionné (REHVA)¹⁵ note que la filtration par les purificateurs d'air de pièce peut être utile** pour réduire la propagation de la Covid-19 : ces systèmes de filtration locaux éliminent les microgouttelettes de l'air et peuvent fournir un effet de dilution similaire à celui de la ventilation. L'utilisation de cet équipement est indépendante du type de système de ventilation dans le bâtiment. Pour être efficaces, les filtres doivent avoir au moins l'efficacité des filtres HEPA. Cependant, de nombreux types d'appareil de purification d'air génèrent des sous-produits indésirables, comme l'ozone, les aldéhydes et les particules ultrafines, pendant leur fonctionnement. Les systèmes de filtration doivent être choisis en tenant compte et en évitant de tels sous-produits.
10. **L'association internationale des ingénieurs des services du bâtiment CIBSE¹⁶ a publié en juillet 2021 une version mise à jour de son guide Covid-19 sur les purificateurs d'air.**

¹⁵ Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations (REHVA). Implications of Covid-19 pandemic for application of natural ventilation. 2021. <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/implications-of-covid-19-pandemic-for-application-of-natural-ventilation>

¹⁶ Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). Covid-19: Air Cleaners. July 2021. <https://www.cibse.org/knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q3Y0000J0w1cQAB>

Annexe 4 : Nouvelles publications scientifiques sur l'efficacité des purificateurs d'air dans le cadre de la lutte contre la Covid-19

En Allemagne, l'efficacité de purificateurs équipés de filtres HEPA a été testée par Curtius, Granzin et Schrod¹⁷ dans un lycée : quatre purificateurs d'air ont été placés à des emplacements bien définis dans une salle de classe de 27 élèves et leurs enseignants sur une période d'une semaine. Les purificateurs avaient un simple préfiltre pour les particules de poussières grossières ainsi que des filtres HEPA et à charbon actif. Les filtres traitaient entre 760 et 1 460 m³ d'air par heure. Les auteurs ont mesuré à deux emplacements dans une salle de classe, la distribution de la taille des aérosols dans la plage de 10 nm à 10 mm, les PM10 et la concentration en dioxyde de carbone. A titre de comparaison, des mesures similaires ont été faites dans une salle de classe sans purificateurs. Dans une situation où les cours étaient donnés alors que les portes de la salle de classe étaient fermées, la concentration en aérosol a été réduite de plus de 90% en moins de 30 minutes lors du fonctionnement des purificateurs (taux de renouvellement de 5,5 par heure). La réduction était homogène dans toute la pièce et pour toutes les tailles de particules. Les mesures étaient complétées par un calcul estimant les niveaux de concentration maximale d'aérosol contenant des virus d'une personne très contagieuse parlant dans une pièce fermée et sans purificateur d'air. L'étude conclut que les mesures et les calculs démontrent que les purificateurs d'air représentent potentiellement une technique visant à réduire les risques de transmission aéroportée du virus SARS-CoV-2. En séjournant 2h dans une pièce fermée avec une personne hautement infectieuse les auteurs estiment que lors de l'utilisation de purificateurs d'air avec un taux de renouvellement de l'air de 5,7 par heure l'inhalation de particules est réduite d'un facteur 6.

Dans une interview, Joachim Curtius¹⁸, professeur de recherche expérimentale sur l'atmosphère à l'Université Goethe de Francfort et un des auteurs de l'étude considère que « Sur la base de nos données de mesure, un purificateur d'air réduit la quantité d'aérosols au point que le risque d'être infecté par une personne hautement contagieuse (superspreader) est considérablement réduit. C'est pourquoi nous recommandons aux écoles d'utiliser des purificateurs d'air HEPA cet hiver avec un débit d'air suffisamment élevé." Des mesures de bruit et une enquête auprès d'élèves et d'enseignants ont révélé que dans la plupart des cas, le bruit émis par le purificateur d'air n'était pas considéré comme dérangeant, à condition que l'appareil ne fonctionne pas au niveau le plus élevé. Les chercheurs ont également mesuré que le purificateur d'air - en plus de réduire le risque d'infection - réduisait en outre les allergènes et les particules de poussière fines (PM10). Cependant, Joachim Curtius indique : « **Un filtre à air ne remplace cependant pas l'ouverture de la fenêtre à intervalles réguliers, ce qui est important pour diminuer la concentration de CO₂ dans la pièce. Nos mesures dans les salles de classe ont montré que les niveaux dépassaient souvent les limites recommandées. Ici, nous recommandons d'installer des capteurs de CO₂ afin que les étudiants et les enseignants puissent surveiller cela eux-mêmes.**»

A noter par ailleurs que des scientifiques de l'Institut Max Planck de chimie de Mayence¹⁹ (Allemagne), ont constaté que l'amélioration de la qualité de l'air dans les salles de classe en utilisant la ventilation normale des fenêtres, équipée simplement avec des ventilateurs et des capots d'extracteurs, est supérieure à celle apportée par des systèmes de filtration coûteux.

¹⁷ Curtius J, Granzin M, Schrod J. Testing mobile air purifiers in a school classroom: reducing the airborne transmission risk for SARS-CoV-2. *Aerosol Science and Technology*, 55 :5, 586-599.

¹⁸ Risk of infection: Air purifiers remove 90 percent of aerosols in school classrooms. Goethe Universität Frankfurt-am-Main. Communiqué du 6 octobre 2020. https://www.goethe-university-frankfurt.de/92909290/Risk_of_infection__Air_purifiers_remove_90_percent_of_aerosols_in_school_classrooms

¹⁹ Helleis F, Klimach T, Pöschl U. Vergleich von Fensterlüftungssystemen und anderen Lüftungs- bzw. Luftreinigungsansätzen gegen die Aerosolübertragung von Covid-19 und für erhöhte Luftqualität in Klassenräumen. Preprint 2 August 2021. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5154017>

Dans un article publié dans la revue hebdomadaire des Centres de contrôle des maladies des Etats-Unis (MMWR, CDC), Lindsley et col.²⁰ Rapportent, à partir d'une étude de simulation que l'utilisation de purificateurs d'air HEPA dans une salle de conférence a considérablement réduit l'exposition des participants. Les purificateurs d'air étaient plus efficaces lorsqu'ils étaient situés au centre de la pièce à proximité de la source d'émission d'aérosol. De plus, la combinaison de purificateurs d'air HEPA et de masques était plus efficace que l'une ou l'autre intervention seule. L'utilisation de masques sans purificateurs d'air a réduit l'exposition aux aérosols de 72 %, et l'utilisation de purificateurs d'air sans masques a réduit l'exposition jusqu'à 65 %. Lorsqu'ils sont utilisés ensemble, les purificateurs d'air et les masques HEPA ont réduit l'exposition aux aérosols respiratoires jusqu'à 90 %. Ces résultats suggèrent que l'utilisation de purificateurs d'air HEPA portables et le masque peuvent chacun réduire l'exposition aux aérosols SARS-CoV-2 simulés dans les environnements intérieurs, avec des réductions plus importantes se produisant lorsque les purificateurs d'air et le masque sont utilisés ensemble

Les auteurs rappellent par ailleurs que la ventilation est une méthode bien établie pour réduire les expositions potentielles aux aérosols infectieux. En éliminant les particules en suspension dans l'air d'une pièce, les systèmes de ventilation peuvent réduire les expositions dues à l'inhalation d'aérosols infectieux. Cependant, dans la plupart des environnements non cliniques, les systèmes de ventilation sont conçus uniquement avec un débit d'air suffisant pour fournir de l'air frais tout en maintenant des niveaux de température et d'humidité confortables ; ces systèmes ne sont généralement pas conçus pour avoir les débits d'air beaucoup plus élevés qui sont nécessaires pour réduire la transmission des maladies. Pendant la pandémie en cours, les organisations de santé publique et professionnelles ont fourni des conseils pour augmenter la ventilation et la filtration de l'air afin de réduire la propagation du SARS-CoV-2. Une option recommandée, en particulier lorsque les systèmes CVC existants peuvent être insuffisants, consiste à ajouter des purificateurs d'air portables HEPA dans les pièces. Les résultats de cette étude appuient l'utilisation de purificateurs d'air portables HEPA pour réduire l'exposition aux particules en suspension dans l'air.

Cilhoroz et Deruisseau²¹ rapportent dans une étude faite dans un établissement sportif de l'Etat de New York qu'il n'y a pas eu propagation symptomatique de Covid-19 dans un environnement fermé avec port de masque, filtration HEPA et distanciation sociale. Les auteurs indiquent qu'un exercice en intérieur de haute intensité avec des cris dans ces conditions n'a pas favorisé la propagation symptomatique de la Covid-19.

Une revue de la littérature scientifique²² sur l'efficacité des purificateurs d'air équipés de filtres HEPA pour éliminer le virus SARS-CoV-2 dans l'air a été publiée en juin 2021. Dans les onze études, les purificateurs d'air ont pu réduire considérablement les particules en suspension. Leur efficacité dépend notamment de leur emplacement et de la ventilation concomitante.

Zhai et col.²³ ont étudié, à l'aide de techniques de dynamique des fluides, les performances réelles des purificateurs d'air portables pour réduire les risques d'infection des maladies respiratoires aéroportées telles que la Covid-19, en installant des purificateurs d'air dans de grands espaces publics tels que des restaurants. L'étude conclut que ces dispositifs constituent une solution

²⁰ Linsley WG, Derk RC, Coyle JP, et al. Efficacy of Portable Air Cleaners and Masking for Reducing Indoor Exposure to Simulated Exhaled SARS-CoV-2 Aerosols - United States, 2021. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2021 ;70 :972-976. <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7027e1external>

²¹ Cilhoroz BT et Deruisseau LR. Safety protocols in a exercise facility result in no detectable SARS-CoV-2 spread: a case study. *Physiological reports*. 2021 ;9 :14. <https://doi.org/10.14814/phy2.14967>

²² Liu DT, Phillips KM, Speth MM, et al. Portable HEPA Purifiers to Eliminate Airborne SARS-CoV-2: A Systematic Review. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. First published June 1, 2021. <https://doi.org/10.1177/01945998211022636>

²³ Zhai Z, Li H, Bahl R, Trace K, Application of Portable Air Purifiers for Mitigating Covid-19 in Large Public Spaces. *Buildings* 2021, 11, 329. <https://doi.org/10.3390/buildings11080329>

efficace pour aider à diminuer la transmission des particules ou gouttelettes de virus dans les grands espaces de climatisation avec filtration HEPA qui ne fournissent pas une ventilation adéquate. Le déploiement des purificateurs d'air portables réduit les écoulements d'air croisés qui peuvent augmenter la possibilité d'infection croisée. Cette étude rappelle que chaque espace est différent en termes de mobiliers, d'occupants, de configurations et de capacités des systèmes. Une étude technique préalable à l'installation des purificateurs d'air est nécessaire s'agissant notamment de leur nombre, leur capacité et leur emplacement.

Duill et col.²⁴ ont étudié l'effet de grands purificateurs d'air mobiles avec filtres HEPA sur la concentration de particules et leur adéquation à une utilisation en classe dans une école primaire en Allemagne. Les trois dispositifs testés diffèrent significativement par leurs caractéristiques de sortie d'air. Les mesures du nombre de particules, de la distribution granulométrique et de la concentration en CO₂ ont été réalisées en classe avec les élèves (avril/mai 2021) et avec un générateur d'aérosols sans élèves. A cet égard, l'utilisation des purificateurs d'air conduit à une réduction substantielle des particules d'aérosol. Dans le même temps, les trois dispositifs présentent des différences dans leur taux de filtration des particules, leur niveau de bruit et leur vitesse d'écoulement. L'effet de divers paramètres a également été prise en compte à l'aide d'une modélisation. Les paramètres considérés incluent la durée du séjour, la concentration de particules dans l'air expiré, le débit respiratoire, la durée de vie du virus, l'intervalle de ventilation, l'efficacité de la ventilation, le débit volumétrique du purificateur d'air, ainsi que la taille de la pièce.

Aux Pays-Bas, Blocken et col.²⁵ ont mesuré les concentrations en particules dans l'air dans un gymnase au cours d'exercice physique en présence ou non d'unités mobiles de filtration d'air. Dans le cadre de l'essai, 35 personnes ont effectué un exercice physique et les concentrations en particules, la concentration en CO₂, la température et l'humidité relative ont été mesurés dans une pièce de 886 m³. Un essai distinct a été utilisé pour faire la distinction entre les particules d'aérosol endogènes d'origine humaine et exogènes, provenant de l'extérieur. L'élimination des particules d'aérosol par ventilation mécanique et unités mobiles de purification de l'air a été mesurée. L'étude conclut par l'utilité des unités mobiles de purification de l'air en complément de la ventilation.

²⁴ Duill FF, Schulz F, Jain A, et al. The impact of large mobile air purifiers on aerosol concentration in classrooms and the reduction of airborne transmission of SARS-CoV-2. medRxiv.2021.07.23.21261041. <https://doi.org/10.1101/2021.07.23.21261041>

²⁵ Blocken B, van Druenen T, Ricci A, et al. Ventilation and air cleaning to limit aerosol particle concentrations in a gym during the Covid-19 pandemic. Build Environ. 2021 Apr 15;193:107659. doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107659. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7860965/pdf/main.pdf>

Annexe 5 : Expérimentation des purificateurs d'air en Auvergne Rhône-Alpes

Le HCSP a auditionné les responsables virologues de cette expérimentation le lundi 23 août 2021 (Manuel ROSA-CALATAVA et Bruno LINA du Laboratoire de Virologie des Hospices civils de Lyon – Groupement Hospitalier Nord, CNR des virus à transmission respiratoire (dont la grippe), CNR des Enterovirus et Parechovirus).

En France, la région Auvergne Rhône-Alpes a fait le choix de déployer des purificateurs d'air dans les lycées et les écoles. Ainsi, **2 500 purificateurs ont été déployés dans 285 lycées et dans 189 communes.** Les purificateurs installés sont dotés de filtres à haute efficacité, type HEPA. Ils sont les seuls purificateurs à piéger efficacement les virus sans aucun risque d'émission de produits secondaires potentiellement néfaste à notre santé. Ces modèles sont déployés également par certains Länder allemands pour équiper leurs écoles. Une expérimentation a ensuite été lancée à l'initiative dans plusieurs établissements pour mesurer l'efficacité des purificateurs sur les particules fines, notamment celles de la taille du virus SARS-CoV-2 (environ 0,1 micromètre). Les conclusions de cette étude conduite notamment par le laboratoire VirNext (Virpath) ont été présentées à Lyonbiopôle : dès les premières secondes, la concentration de particules fines diminuait ; en 20 minutes, on constatait une baisse de 75% des particules les plus fines ; enfin, en une heure, la concentration de particules fines était divisée par 8 (soit une baisse de 87,5%). Dans le cadre de cette étude, deux types de filtre ont été testés : le filtre H13 qui laisse passer 50 particules de 0,1 micromètre par litre d'air et le filtre H14 qui ne laisse passer que 5 particules de 0,1 micromètre par litre d'air. C'est ce dernier que la région Auvergne Rhône-Alpes utilise très majoritairement dans les purificateurs d'air qu'elle déploie. L'étude avait un double objectif : mesurer l'efficacité des filtres HEPA sur le piégeage des particules de taille comparable avec celle du virus SARS-CoV-2 dans l'air ; mesurer la durée de survie des particules de SARS-CoV-2 une fois piégées par le filtre HEPA. Sur le premier objectif, l'étude démontre une efficacité supérieure à 99% des filtres HEPA sur le SARS-CoV-2 (99,26% pour le filtre H13, 99,85% pour le filtre H14). Sur le second objectif, l'étude démontre qu'une fois piégées, les particules du SARS-CoV-2 résistent environ 48 heures. Il s'agit d'un point important, notamment pour assurer la maintenance des filtres, sans risque de contamination des manipulateurs^{26 27}.

²⁶ Lyonbiopôle. Communiqué du 15 mars 2021. https://lyonbiopole.com/wp/wp-content/uploads/2021/03/CPUPurificateurAir_VirPathVirhealthLyonbiopôleRégionAURA_1503.pdf

²⁷ Covid-19 : les capteurs de CO₂ et les purificateurs d'air font leurs apparitions dans les écoles. Le Monde 27 mai 2021. https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/05/27/covid-19-les-capteurs-de-co2-et-les-purificateurs-d-air-font-leur-apparition-dans-les-ecoles_6081682_3244.html

Annexe 6 : Éléments techniques à prendre en compte pour l'implantation d'unités mobiles de filtration d'air d'un espace clos

L'unité de filtration d'air devra à minima respecter les exigences techniques suivantes :

- Le filtre HEPA utilisé sera à minima de la classe dite H13. Les filtres des classes supérieures (ex. H14, etc.) conviennent parfaitement. La composition du filtre (fibre de verre, polymère fluoré, autres matériaux) est laissée à l'appréciation du fabricant et de son fournisseur, le filtre devant être impérativement de la classe H13 ou une classe supérieure.
- La performance de la filtration de l'air dépend aussi beaucoup de la pose et des fuites en périphérie du filtre. Le fabricant formera l'exploitant à la pose/dépose des filtres et le propriétaire désignera des personnes habilitées au changement des filtres ou il fera assurer par son fournisseur cette mission.
- Le débit d'air filtré chaque heure à travers le filtre HEPA sera au minimum de 5 fois le volume de la pièce (c'est-à-dire minimum 5 ACH: Air Change per Hour / taux de renouvellement de l'air par heure). Idéalement l'installation pourrait travailler entre 5 et 8 ACH. Au-delà le gain en performance est marginal et certains problèmes peuvent dans certains cas apparaître. On peut citer par exemple le niveau sonore et dans certains cas une déstratification de l'air dans la pièce traitée.
- Le débit d'air filtré prévu pourra provenir d'une ou de plusieurs unités mobiles de filtration d'air. L'implantation, le positionnement dans la salle, la puissance des appareils seront déterminés par une personne compétente : fabricant, assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO), utilisateur. Cette implantation devra faire l'objet d'une note technique précisant le positionnement du ou des unités et justifiant les choix techniques retenus. Cette note technique devra intégrer au minimum, le volume de la pièce et sa forme géométrique, la gestion de l'aération par les ouvrants et/ou de la ventilation mécanique, les obstacles temporaires et permanents comme tables, chaises, paillasses de laboratoire, bureaux, écrans d'ordinateurs, écrans isolant les tables et les postes de travail comme dans un laboratoire de langue, le niveau sonore émergent issu des appareils mobiles. Il sera aussi précisé dans la note technique le choix retenu pour les mouvements d'air (cheminement de l'air à filtrer : entrées d'air latérales dans 1, 2 3 ou 4 directions ou par les parties supérieures et sorties d'air opposées (latérales dans 1, 2, 3 ou 4 directions ou vers le haut).
- La gestion des filtres (période de fonctionnement, débit d'air, maintenance) sera optimisée en fonction des informations fournies par les données techniques de l'appareil (perte de charge, indice de colmatage des filtres, autonettoyage) et des conditions d'occupation de la pièce. Pour ce faire, un sachant (le fabricant, l'AMO, un personnel de l'exploitant ou de sa tutelle) fixera les règles pour les divers filtres.