



HAL
open science

AVIS relatif à l'utilisation des appareils de chauffage dans le contexte de l'épidémie de Covid-19 (HCSP, Avis et Rapports)

Daniel Camus, Christian Chidiac, Jean-François Gehanno, Serge Aho-Glélé, Didier Lepelletier, Jean-Marc Brignon, Philippe Hartemann, Yves Levi, Francelyne Marano, Jean-Louis Roubaty, et al.

► To cite this version:

Daniel Camus, Christian Chidiac, Jean-François Gehanno, Serge Aho-Glélé, Didier Lepelletier, et al.. AVIS relatif à l'utilisation des appareils de chauffage dans le contexte de l'épidémie de Covid-19 (HCSP, Avis et Rapports). [0] Haut Conseil de la Santé Publique. 2020. <hal-02975816>

HAL Id: hal-02975816

<https://hal.science/hal-02975816v1>

Submitted on 2 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

AVIS

relatif à l'utilisation des appareils de chauffage dans le contexte de l'épidémie de Covid-19

14 octobre 2020

Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) a été saisi le 7 septembre 2020 par la Direction générale de la santé (DGS) pour avis concernant l'utilisation de certains appareils de chauffage, notamment dans les espaces clos collectifs (Annexe 1). Des questions se posent quant aux risques de transmission potentielle du virus SARS-CoV-2 associés à certains modes de chauffage, comme par exemple les aérothermes, dont le ventilateur projette l'air chaud vers la pièce à chauffer, ou les systèmes équipés d'un bloc ventilo-convecteur, brassant ou recyclant l'air des pièces. Ces dispositifs sont utilisés dans divers lieux (salles de classe, lieux de travail, salles de sport/gymnases, commerces, etc.) où, dans un grand nombre de cas, ils constituent la seule source de chauffage des locaux.

En complément notamment de l'avis du 6 mai 2020, relatif aux vagues de chaleur qui aborde la question de l'utilisation des ventilateurs, le Directeur général de la santé demande d'indiquer les préconisations à associer à l'utilisation de ces différents types de chauffage afin de prévenir les risques de transmission du virus SARS-CoV-2. Ces préconisations seront, si besoin, adaptées aux cas de figure qui seraient à considérer, notamment en termes de populations (personnes atteintes par la Covid-19, personnes à risque de forme grave de Covid-19, milieux scolaires, etc.), de lieux (espaces partagés lieux extérieurs, transports, locaux avec volumes importants, etc.) potentiellement concernés, et de respect des mesures barrières (notamment le port du masque obligatoire). Ces préconisations intégreront le nécessaire renouvellement régulier de l'air des espaces clos et pourront prendre en considération les infections épidémiques hivernales récurrentes.

Afin de répondre à cette saisine, le sous-groupe dédié aux questions relatives à l'Hygiène/Environnement/Prévention du groupe de travail permanent « Grippe, coronavirus, infections respiratoires émergentes » co-présidé par les Professeurs Christian Chidiac et Didier Lepelletier et composé d'experts membres ou non du HCSP a été mobilisé. Le sous-groupe copiloté par Fabien Squinazi et Jean-Louis Roubaty, membres de la Commission spécialisée « Risques liés à l'environnement », a auditionné quatre organismes ou associations : le CETIAT, l'AICVF, le CSTB et UNICLIMA (Annexes 2 et 3).

Le HCSP rappelle certains points techniques et de vocabulaire

La **ventilation** consiste à faire entrer dans un local de l'air provenant de l'extérieur (air neuf). Elle va permettre une dilution des contaminants de l'air présents dans le local par de l'air extérieur qui sera, le cas échéant, filtré. Elle peut être naturelle par des ouvrants comme des portes ou des fenêtres (aération) ou forcée avec un système mécanique qui apporte de l'air neuf dans le local et extrait l'air vicié (renouvellement de l'air du local). Cette ventilation est obligatoire et un débit d'air minimum d'air neuf est imposé par la réglementation (Règlement sanitaire départemental RSDT, dispositions du code du travail). Le taux d'occupation du local maximum dépend du débit d'air neuf entrant.

La **climatisation (chauffage ou refroidissement)** consiste à transférer de la chaleur ou du froid dans un local. Selon le procédé employé, l'air du local sera plus ou moins brassé. Le brassage sera modéré (par convection naturelle) lorsque l'air entre au contact d'une paroi chaude ou froide. Pour le chauffage, existent sans exhaustivité, les radiateurs non soufflants et les planchers chauffants. Le brassage de l'air du local pourra être forcé lorsque le système utilise des ventilateurs. Les aérothermes, comme les ventilo-convecteurs, relèvent de cette catégorie.

La **filtration**. Certains dispositifs filtrent ou peuvent filtrer l'air devant être climatisé. Les procédés reposant sur la convection naturelle ne le font pas. Le filtre pourra être de porosité assez grossière avec pour objectif d'arrêter principalement des poussières avec une efficacité modérée sur les particules contenant des virus, ou plus fine avec parfois une capacité d'arrêt presque totale de la charge virale.

Le HCSP a pris en compte le mode de fonctionnement des systèmes de chauffage à air pulsé

➤ **les aérothermes** sont des appareils de chauffage pour des espaces de grande hauteur sous plafond. Utilisés très souvent dans les locaux industriels ou artisanaux, ils servent également au chauffage des salles de sport, gymnases, hangars, entrepôts, magasins de grande surface, salles d'exposition, etc. Un aérotherme est équipé d'une batterie chaude et d'un ventilateur. Fixé au mur et placé en hauteur (minimum : 1,80 m), il fonctionne sur le mode de la ventilation forcée ou convection forcée. L'air est prélevé dans le local, chauffé par l'appareil et l'air chaud est pulsé. Un taux de brassage d'air¹ minimal de 3 à 4 volumes par heure (pour une hauteur sous plafond inférieure ou égale à 5 mètres) et de 2 à 3 volumes par heure (pour une hauteur sous plafond supérieure à 5 mètres) permet de chauffer rapidement l'air du local. Un thermostat déporté comporte une molette de réglage de la température.

La batterie de chauffe peut être, dans le cas le plus simple, électrique ou une batterie à eau chaude produite par tout générateur ou chaudière à haute performance (chaudière à condensation, pompe à chaleur etc.). L'aérotherme gaz intègre directement un brûleur et se comporte comme une chaudière en chauffant directement l'air.

L'aérotherme doit être orienté vers le bas de sorte que les flux d'air contribuent à une bonne répartition de la chaleur dans le local. Le flux d'air ne devrait pas être pulsé vers les occupants du local. Dans le cas où plusieurs appareils sont installés dans un même local, il convient de les positionner de telle sorte que la répartition de chaleur soit la plus homogène. Dans les locaux de grande hauteur (hauteur sous plafond supérieure à 5 mètres et taux de brassage inférieur à 4 volumes par heure), l'air chaud s'accumule en hauteur. Il se crée un phénomène de stratification, à savoir de l'air chaud en hauteur et de l'air froid en bas. Pour minimiser ce phénomène et permettre un chauffage uniforme et un meilleur confort, la pratique est alors d'installer des déstratificateurs (ventilateurs) avec les aérothermes.

La vitesse de passage de l'air sur un aérotherme est en moyenne de 6 m/s et la température de surface de la batterie de chauffe est de 60° - 80° C pour une batterie à eau chaude et elle dépasse largement les 100° C pour un aérotherme gaz.

Les aérothermes ne peuvent être installés que dans des locaux suffisamment ventilés (ventilation naturelle ou forcée).

➤ **les ventilo-convecteurs** sont des unités terminales d'une climatisation et/ou d'un chauffage centralisé, réparties dans les locaux eux-mêmes, Ils permettent d'adapter le traitement thermique additionnel, chaud ou froid, par le brassage de l'air d'un ou plusieurs locaux. Ces unités rendent ainsi possible une compensation, de manière autonome, des variations thermiques occasionnelles d'une ou de plusieurs pièces et la gestion locale de la température d'une zone. L'appareil se présente sous forme d'un boîtier installé sur le mur ou le plafond d'une pièce. Certaines installations permettent l'insertion du système dans un faux-plafond.

¹ Taux de brassage = Débit d'air (m³/h) / volume local (m³)

Un bloc ventilo-convecteur comprend à la fois une batterie qui chauffe ou refroidit l'air aspiré de la pièce, un filtre grossier qui retient les poussières dans l'air aspiré (certains ventilo-convecteurs plafonniers peuvent être équipés de filtres plus performants), un ventilateur brassant l'air de la pièce doté d'une ou deux turbines, un récupérateur pour l'eau condensée (uniquement en mode refroidissement) branché à un réseau d'évacuation des eaux usées, un bloc en acier protégeant l'ensemble et muni d'un thermostat pour régler la température, éventuellement le débit d'air mais également la vitesse des turbines. Le mécanisme de condensation extrait aussi de l'air des poussières et des particules.

La vitesse de passage de l'air sur un ventilo-convecteur est inférieure à 2 mètres par seconde et la température de surface de la batterie est de 40° - 60° C pour une batterie hydraulique à eau chaude et de 50° C pour une batterie électrique.

Les ventilo-convecteurs ne sont en général pas raccordés au réseau de conduits d'air de l'installation de traitement d'air.

➤ **la batterie chaude de la centrale d'une installation de traitement d'air** d'un bâtiment, alimentée en eau chaude, vapeur ou énergie électrique, assure, en cas de besoin, le préchauffage de l'air et sa mise en température. Les unités terminales adapteront ensuite la température dans les locaux.

Une gestion rationnelle de l'énergie exige, comme le prévoit la réglementation thermique, que soit conservée au moins une partie de la chaleur portée par l'air vicié repris des locaux.

Les systèmes de récupération de chaleur doivent garantir une parfaite étanchéité interdisant tout passage entre air repris et air neuf dans les locaux. Une attention particulière sera portée aux systèmes d'échange rotatif dont le rotor passe alternativement dans les deux conduits d'air et qui peuvent mélanger en faible partie l'air repris à l'air neuf si la bonne hiérarchie des pressions n'est pas respectée ou si le secteur de purge est mal réglé. Cela peut provoquer un recyclage minime d'air pollué qui est à surveiller.

La réintroduction dans les locaux d'une partie de l'air vicié repris des locaux (recyclage) est également utilisée comme moyen de récupération de la chaleur des locaux. Le recyclage est en général assuré à travers des caissons, ou chambres de mélange, équipés de registre à volets dont les mouvements sont coordonnés automatiquement pour maintenir le débit de l'air neuf dans le bâtiment, quel que soit le taux de recyclage. L'air recyclé, qui s'ajoute à l'air neuf dont le débit minimal est calculé à partir des prescriptions réglementaires d'hygiène, est mélangé à ce dernier soit de façon localisée avant introduction dans des locaux, soit de façon centralisée. L'air recyclé doit être filtré (filtre F7 ou filtre PM 2,5²). Si ce système de récupération d'énergie existe dans l'installation, la fermeture des registres de recyclage, *via* le système de supervision du bâtiment ou manuellement, permet de passer en mode « tout air neuf ».

Le HCSP a pris en compte les modes et circonstances de transmission du virus SARS-CoV-2

La transmission du virus SARS-CoV-2 se fait principalement par l'exposition à des gouttelettes et particules sous forme d'aérosols issues des voies oro-pharyngées transportant le virus infectieux. Ces gouttelettes et particules sous forme d'aérosols sont produites lors de l'expiration, les étternuements, le chant et la parole et couvrent un large spectre de tailles qui peuvent être divisées en deux catégories fondées sur leur persistance en suspension dans l'air :

- les plus grosses gouttelettes, dont certaines sont visibles et qui sédimentent rapidement en quelques secondes ou minutes à proximité de la source émettrice. Elles peuvent aussi se déshydrater et réduire leur taille pendant leur transport aérien. La cinétique de déshydratation dépend de l'humidité relative de l'air dans le local.

² Filtre d'efficacité d'élimination, égale ou supérieure à 70 %, des particules atmosphériques de diamètre inférieur à 2,5 micromètres

- les plus fines gouttelettes et particules ou résidus secs formés lorsque les fines gouttelettes sèchent très rapidement dans le flux d'air, qui peuvent rester en suspension dans l'air sous forme d'aérosols durant plusieurs minutes ou heures et se déplacent loin de la source émettrice par les flux d'air.

Comme les gouttelettes s'éloignent de la source émettrice, leur concentration diminue à la fois par les retombées (les plus grosses en premier, les plus fines plus tard) et par la dilution des plus fines gouttelettes et des particules résiduelles dans le volume croissant d'air qu'elles rencontrent.

L'humidité de l'air limite la déshydratation des grosses gouttelettes ce qui a pour effet de maintenir leur sédimentation et de limiter ainsi leur transformation en particules ou résidus secs sous forme d'aérosols.

L'infection par le virus respiratoire SARS-CoV-2, est principalement transmise selon trois modes :

- une transmission directe, par un contact étroit, de forte proximité, par exposition à des gouttelettes contenant le virus (c'est-à-dire les plus grosses et les plus fines gouttelettes et les particules) expirées par une personne infectée ;
- une transmission aéroportée, par exposition à des 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 en heures) ;
- une transmission par contact cutané vers le visage avec une personne infectée ou avec une surface récemment contaminée. Ce dernier cas est parfois nommé « transmission par un dépôt de gouttelettes » encore appelées fomites.

Ces trois modes de transmission ne s'excluent pas mutuellement.

Les circonstances dans lesquelles la transmission aéroportée du virus SARS-CoV-2 semble la plus probable sont :

- les espaces clos où une personne infectée expose des personnes, soit en leur présence, soit très rapidement après qu'elle ait quitté l'espace clos ;
- une exposition prolongée à des aérosols oro-pharyngés, souvent générés par un effort respiratoire (par exemple, en criant, chantant, un exercice physique) qui augmente la concentration des particules virales en suspension dans l'air de l'espace ;
- une ventilation ou un traitement de l'air inadéquat qui a permis une accumulation de particules virales en suspension dans l'air.

Parmi les interventions qui préviennent la diffusion du virus SARS-CoV-2 et qui comprennent la distanciation physique et sociale, le port du masque dans la communauté, l'hygiène des mains, et le nettoyage/désinfection des surfaces, **l'aération, la ventilation et l'évitement des espaces intérieurs avec une forte densité humaine** sont particulièrement pertinents pour les espaces clos, où des circonstances peuvent augmenter la concentration aérosols oro-pharyngés transportant le virus infectieux en suspension dans l'air.

Le HCSP a pris en compte les conditions de diffusion de l'aérosol viral par les systèmes de chauffage à air pulsé

Il faut distinguer :

- le **brassage de l'air** d'un même local effectué par des aérothermes ou par certaines unités terminales (ventilo-convecteurs) qui sont répartis dans le local et qui aspirent l'air, le traitent thermiquement et le soufflent dans le même local.

Le taux de brassage de l'air dans le local, obtenu par les aérothermes et les ventilo-convecteurs, permet d'homogénéiser les aérosols oro-pharyngés émis par un émetteur infecté, mais plus souvent asymptomatique. En revanche, l'arrêt des appareils ou la limitation du débit d'air peuvent conduire à des poches de stagnation d'air et de contaminations localisées plus importantes. La vitesse de passage et les températures de contact des batteries de chauffe de ces appareils ne permettraient pas de diminuer la charge virale, qui tend à diminuer à distance de l'émetteur. Toutefois, l'apport d'air neuf par le système de ventilation autonome ou l'aération régulière des locaux permettent de diluer et d'extraire par les conduits d'extraction d'air les aérosols viraux. En outre, les flux d'air pulsé des aérothermes et des ventilo-convecteurs ne sont pas dirigés vers les occupants qui ne sont pas donc soumis directement à des flux d'air.

- le **recyclage de l'air** repris des locaux d'un bâtiment dont une partie mélangée à de l'air neuf, selon les prescriptions réglementaires, est réintroduite, après filtration, dans les locaux.

Même si la taille et la concentration des gouttelettes respiratoires décroît à distance de la source émettrice, tous les auteurs s'accordent pour déconseiller le recyclage de l'air par des caissons ou chambres de mélange d'air vicié repris et d'air neuf, dont le débit d'air neuf serait insuffisant pour diluer les aérosols viraux et la filtration insuffisante pour les piéger. L'air recyclé pourrait donc conduire à la diffusion par les conduits d'air des aérosols viraux dans certaines zones du bâtiment (recyclage localisé) ou dans l'ensemble des locaux (recyclage centralisé).

En outre, un recyclage d'air vicié et contaminé par des aérosols viraux pourrait survenir dans les conduits d'insufflation d'air si la récupération d'énergie (échange thermique) ne permet pas d'isoler de manière adéquate le flux d'air vicié du flux soufflé (par exemple, un échangeur thermique rotatif mal contrôlé).

Les recommandations suivantes s'appliquent à des locaux chauffés par des appareils de chauffage à air pulsé, dans lesquels peuvent être présentes notamment des personnes atteintes par la Covid-19 ou des personnes à risque de forme grave de Covid-19.

Le HCSP recommande :

- de maintenir le chauffage des espaces clos collectifs afin d'atteindre une température de confort en adéquation avec l'activité des personnels et des visiteurs ;
- d'assurer le renouvellement régulier de l'air des locaux avec un apport d'air neuf respectant les prescriptions réglementaires (Règlement sanitaire départemental type, Code du travail) qui devra, si possible, être augmenté. Il permet, par dilution, de diminuer les concentrations des aérosols potentiellement chargés en virus infectieux. Ce renouvellement de l'air est assuré par :
 - o l'installation de traitement d'air qui agit également comme système de ventilation mécanique des locaux avec une extraction d'air ;
 - o la ventilation naturelle par conduits ou l'aération des espaces clos par ouverture des fenêtres, en fonction des activités effectuées dans ces espaces (par exemple, fenêtre entrebâillée en permanence ou ouverte en grand à certains moments de la journée : par exemple, début de matinée, pauses, fin d'après-midi, nettoyage des locaux). Le chauffage sera réglé pour prendre en compte l'aération.

La mesure en continu de la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) dans l'air à l'aide de capteurs, dont le coût n'est pas excessif, permet de juger de la qualité du renouvellement de l'air. Une valeur cible plus faible que la valeur guide de 1000 ppm peut être proposée afin d'améliorer le renouvellement de l'air des locaux.

- de limiter strictement la jauge d'occupation à ce que permet le débit **réel** d'air neuf entrant dans le local tout en respectant la distanciation physique. L'exploitant vérifiera ou fera vérifier régulièrement ce débit d'air neuf, comme l'efficacité des ouvrants.
- de veiller à respecter les règles de conception, de réalisation et la maintenance régulière des appareils de chauffage à air pulsé et des installations de traitement d'air (avec enregistrement des données) et notamment :
 - o de nettoyer périodiquement les diffuseurs d'air, batteries et filtres des appareils, sur la base des instructions du fabricant, pour réduire les problèmes d'encrassement et favoriser le bon fonctionnement des équipements.
 - o de ne pas vaporiser ou pulvériser des produits détergents/désinfectants sur les filtres et batteries afin de ne pas faire inhaler des résidus chimiques lors du fonctionnement de l'appareil.
 - o de vérifier la facilité et la sécurité d'ouverture des fenêtres (mécanique, encombrement).
- de maintenir en fonctionnement continu les appareils de chauffage à air pulsé et les systèmes de ventilation mécanique, éventuellement avec une diminution des taux de ventilation pendant la nuit lorsque le bâtiment n'est pas utilisé ou en modifiant les horaires de marche/arrêt, en débutant deux heures plus tôt avant l'ouverture du bâtiment et en arrêtant deux heures après la fermeture du bâtiment. Il est recommandé de vérifier l'absence d'obstacles au bon fonctionnement de la diffusion de l'air dans les locaux (rideaux, objets, plantes, etc.).
- de supprimer la fonction de recyclage d'air de l'installation de traitement d'air pour éviter le transfert éventuel d'aérosols viraux dans plusieurs locaux. Lorsqu'il n'est pas possible de désactiver complètement le recyclage en raison des spécifications de fonctionnement liées à la conception, il est recommandé de faire fonctionner le système en adaptant et en modifiant la quantité d'air neuf requise et en réduisant la quantité d'air recyclé. En complément, si cela est possible, il est recommandé d'ouvrir les fenêtres au moins pendant quelques minutes plusieurs fois par jour afin d'augmenter encore le niveau de renouvellement d'air.
- de s'assurer en saison hivernale que l'hygrométrie ne soit pas trop basse, c'est-à-dire inférieure à 40 %, afin de limiter la formation d'aérosols.

Ces recommandations, élaborées sur la base des connaissances disponibles à la date de publication de cet avis, peuvent évoluer en fonction de l'actualisation des connaissances et des données épidémiologiques.

*Avis rédigé par un groupe d'experts, membres ou non du Haut Conseil de la santé publique.
Validé le 14 octobre 2020 par le président du Haut Conseil de la santé publique.*

Références

[1] Haut Conseil de la santé publique. Avis du 6 mai 2020 relatif à la gestion de l'épidémie de Covid-19 en cas d'exposition de la population à des vagues de chaleur.
<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=817>

[2] Haut Conseil de la santé publique. Avis du 23 juillet 2020 relatif à l'actualisation des connaissances scientifiques sur la transmission du virus SARS-CoV-2 par aérosols et des recommandations sanitaires.
<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=894>

[3] Haut Conseil de la santé publique. Avis du 28 août 2020 relatif à des adaptations possibles s'agissant de la recommandation du port de masque en milieu de travail dans les lieux collectifs clos.
<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=919>

[4] 5 Ways to optimize buildings for Covid-19 prevention. Center for active design. 2020. Updated 19 March 2020.
<https://centerforactivedesign.org/5-ways-to-optimize-buildings>

[5] Association des ingénieurs et techniciens en climatique, ventilation et froid (AICVF). Comment faire fonctionner et utiliser les installations sanitaires et de conditionnement des bâtiments afin d'éviter la propagation du coronavirus (Covid-19) et du virus (SARS-CoV-2) sur les lieux de travail. Document guide REHVA Covid-19. 2 avril 2020.
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/CoVID-19-REHVA-AICVF-V2.pdf

[6] Indian Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ISHRAE). Covid-19 Guidance document for air conditioning and ventilation. 13 April 2020.
https://www.airah.org.au/Content_Files/Resources/ISHRAE-COVID19-AIRAH-lores.pdf

[7] Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques (UNICLIMA). Recommandations dans le cadre du Covid-19. 2 juin 2020.
https://www.uniclima.fr/actu_312_recommandations-uniclima-dans-le-cadre-du-covid-19-version-4-du-02-juin-2020.html

[8] European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Heating, ventilation and air conditioning systems in the context of Covid-19. 22 June 2020.
<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Ventilation-in-the-context-of-COVID-19.pdf>

[9] Association des ingénieurs et techniciens en climatique, ventilation et froid (AICVF). Dossier spécial Covid-19. Recommandations et retours d'expériences. CVC Juillet 2020.
http://aicvf.org/files/2020/07/cvc_908_dossier_i.pdf

[10] United Kingdom. CIBSE Covid-19 ventilation guidance. Version 3. 15 July 2020.
https://www.betterindoors.com/wp-content/uploads/2020/08/CIBSE_Covid_Ventilation_Guidance_version_3_FINAL.pdf

[11] European Federation of Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations. REHVA Covid-19 Guidance document. How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces? 3 August 2020.
https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V3_03082020.pdf

[12] HM Government (United Kingdom). Working safely during Covid-19 in offices and contact centers. Covid-19 Guidance for employers, employees and the self-employed. 12 August 2020.
<https://www.gov.uk/guidance/working-safely-during-coronavirus-covid-19>

- [13] Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems. Safe work Australia 19 August 2020. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/covid-19-information-workplaces/other-resources/heating-ventilation-and-air-conditioning-hvac>
- [14] Italia. Impianti HVAC e Covid: le linee guida. Riscaldamento Climatizzazione Idronica 23 agosto 2020. <https://www.rcinews.it/2020/08/23/impianti-hvac-e-covid-le-linee-guida/>
- [15] Covid-19 : Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems in buildings. Frequently Asked Questions. Public Health Ontario. 31 August 2020. <https://www.publichealthontario.ca/-/media/documents/ncov/ipac/2020/09/covid-19-hvac-systems-in-buildings.pdf?la=en>
- [16] United Kingdom. Health and Safety Executive. Air Conditioning and ventilation during the coronavirus pandemic. Updated 5 October 2020. https://www.hse.gov.uk/coronavirus/equipment-and-machinery/air-conditioning-and-ventilation.htm?utm_source=govdelivery&utm_medium=email&utm_campaign=coronavirus&utm_term=aircon-1&utm_content=digest-25-jun-20
- [17] Ahlawat A, Wiedensohler A, Mishra SK. An overview on the role of relative humidity in airborne transmission of SARS-CoV-2 in indoor environments. *Aerosol and air quality research*. 2020;20,1856-1861. <https://aaqr.org/articles/aaqr-20-06-covid-0302.pdf>
- [18] Asbach C, Schuldt T, Schmidt F, Mölter-Siemens W, Todea AM. Determination of the fractional deposition efficiency of full scale HVAC and HEPA filters for nanoparticles ≥ 4 nm. *Filtech 2018*. 13-15 March 2018, Cologne, Germany.
- [19] Bandaly V, Joubert A, Andres Y, Le Cann P. Adenovirus behavior in air handling unit fiberglass filters. *Aerobiologia (Bologna)*. 2019;35:2,357–366. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7087798/>
- [20] Brochot C, Abdolghader P, Haghighat F, Bahloul A. Filtration of nanoparticles applied in general ventilation. *Science and technology for the built environment*. 2019;25:2,114-127. <https://doi.org/10.1080/23744731.2018.1500396>
- [21] Correia G, Rodrigues L, Gameiro da Silva M, Gonçalves T. Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission. *Medical Hypotheses*. 2020;141. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781>
- [22] Ezratty V, Squinazi F. Virus influenza pandémique à l'intérieur des bâtiments : quel risque de transmission par les systèmes de ventilation ou de climatisation ? *Environnement, Risques & Santé*. 2008;7-4.
- [23] Fazli T, Zeng Y, Stephens B. Fine and ultrafine particle removal efficiency of new residential HVAC filters. *Indoor Air*. 2019;29:656-669. <http://built-envi.com/wp-content/uploads/fazli-et-al-2019-indoor-air-fine-and-ultrafine-particle-removal-of-residential-hvac-filters.pdf>
- [24] Feng Y, Marchal T, Sperry T, Yi H. Influence of wind and relative humidity on the social distancing effectiveness to prevent Covid-19 airborne transmission: A numerical study. *Journ of Aerosol Sci*. 2020;147,105585. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105585>
- [25] Horve PF, Dietz L, Fretz M *et al*. Identification of SARS-CoV-2 RNA in healthcare heating, ventilation and air conditioning units. Preprint 28 June 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.06.26.20141085>

[26] Karjalainen P, Saari S, Kuuluvainen H. Performance of ventilation filtration technologies on characteristic traffic related aerosol down to nanocluster size. *Aerosol Science and Technology*. 2017;51:12,1398-1408.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02786826.2017.1356904>

[27] Kriegel H, Hartmann A. Spreading distance and dynamic of aerosols in internal spaces by convection flows. Preprint. 22 July 2020.

<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-10392>

[28] Wu Z, Zheng H, Gu J *et al.* Effects of different temperature and time durations of virus inactivation on results of real-time fluorescence PCR testing of Covid-19 viruses. *Curr Med Sci*. 2020;40(4) :614-617.

<https://doi.org/10.1007/s11596-020-2224-y>

[29] Your building can make you sick or keep you well. *The New York Times* 4 March 2020.

<https://www.nytimes.com/2020/03/04/opinion/coronavirus-buildings.html>

[30] Covid-19 likely spread by ventilation, say Canadian researchers working on an HVAC fix. 26 April 2020.

<https://www.theguardian.pe.ca/news/canada/covid-19-likely-spread-by-building-ventilation-say-canadian-researchers-working-on-an-hvac-fix-442278/>

[31] How to use ventilation and air filtration to prevent the spread of coronavirus indoors. *The Conversation* 10 August 2020.

<https://theconversation.com/how-to-use-ventilation-and-air-filtration-to-prevent-the-spread-of-coronavirus-indoors-143732>

[32] Covid-19: We need to talk about ventilation this fall. *The province* 14 August 2020.

<https://theprovince.com/diseases-and-conditions/coronavirus/covid-19-we-need-to-think-about-ventilation-in-september/wcm/5ddc7105-44d8-4974-8bdc-c23aa3a400c5>

[33] Covid-19 is transmitted through aerosols. We have enough evidence, now it is time to act. *Time* 25 August 2020. <https://time.com/5883081/covid-19-transmitted-aerosols/>

[34] Covid-19: Experts say Canada's schools need better air ventilation. *Global news* 14 September 2020.

<https://www.orilliamatters.com/around-ontario/covid-19-experts-say-canadas-schools-need-better-air-ventilation-2709798>

[35] Covid-19: How to make indoor spaces safer. From good ventilation to redesigning spaces, we outline ways to help reduce the risk of transmission in closed settings. *Aljazeera* 30 September 2020. <https://www.aljazeera.com/features/2020/9/30/how-to-make-indoor-spaces-safer-from-covid-19-spread>

[36] Germans embrace fresh air to ward off coronavirus. Angela Merkel says ventilation may be one of cheapest and most effective ways of containing virus. *The Guardian* 30 September 2020.

<https://www.theguardian.com/world/2020/sep/30/germans-embrace-fresh-air-to-ward-off-coronavirus>

[37] Covid 19: Aérer, le nouveau geste barrière? *Notre Temps* 9 octobre 2020.

<https://www.notretemps.com/dossier-coronavirus/covid-19-aeration-nouveau-geste-barriere,i229024>

[38] Covid-19: Five ways to avoid catching the virus indoors. *BBC* 10 October 2020.

<https://www.bbc.com/news/explainers-53917432>

Annexe 1 – Saisine du Directeur général de la santé du 7 septembre 2020

De : SALOMON, Jérôme (DGS) <Jerome.SALOMON@sante.gouv.fr>
Envoyé : lundi 7 septembre 2020 09:19
À : CHAUVIN, Franck (DGS/MSR/SGHCSP) <franck.chauvin@sante.gouv.fr>; HCSP-SECR-
Objet : Demande d'avis relatif à l'utilisation des appareils de chauffage dans le contexte de l'épidémie de Covid-19
Importance : Haute

Monsieur le Président, Cher Franck,

Dans le contexte d'épidémie de Covid-19, l'approche de la saison hivernale me conduit à vous solliciter afin de disposer de recommandations concernant l'utilisation de certains appareils de chauffage, notamment dans les espaces clos collectifs.

En effet, des questions se posent quant aux risques de transmission potentielle du virus SARS-CoV-2 associés à certains modes de chauffage, comme par exemples les aérothermes, dont le ventilateur projette l'air chaud vers la pièce à chauffer, ou les systèmes équipés d'un bloc ventilo-convecteur, brassant ou recyclant l'air des pièces. Ces dispositifs sont utilisés dans divers lieux (salles de classe, lieux de travail, salles de sport/gymnases, commerces, etc.) où, dans un grand nombre de cas, ils constituent la seule source de chauffage des locaux.

Ainsi, en complément notamment de l'avis du 6 mai 2020 relatif aux vagues de chaleur qui aborde la question de l'utilisation des ventilateurs, je vous demande de bien vouloir m'indiquer quelles préconisations sont à associer à l'utilisation de ces différents types de chauffage afin de prévenir les risques de transmission du virus SARS-CoV-2.

Vous pourrez adapter, si besoin, ces préconisations aux cas de figure qui seraient à considérer, notamment en termes de populations (personnes atteintes par la Covid-19, personnes à risque de forme grave de Covid-19, milieux scolaires, etc.), de lieux (espaces partagés, lieux extérieurs, transports, locaux avec volumes importants, etc.) potentiellement concernés, et de respect des mesures barrières (notamment le port du masque obligatoire). Ces préconisations intégreront le nécessaire renouvellement régulier de l'air des espaces clos et pourront prendre en considération les infections épidémiques hivernales récurrentes.

Compte tenu de l'approche de la période de chauffe, une réponse pour le 30 Septembre serait souhaitable.

Merci beaucoup d'avance
Amitiés,

Professeur Jérôme SALOMON
Directeur général de la Santé
jerome.salomon@sante.gouv.fr
Direction Générale de la Santé, DGS, FRANCE

Annexe 2 – Personnes auditionnées

Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques (CETIAT)

François Battistoni, ingénieur
Bernard Brandon, Directeur Général

Association des Ingénieurs et Techniciens en Climatique, Ventilation et Froid (AICVF)

Francis Allard, Président d'un comité international au sein de l'AICVF
Christian Feldmann, Membre du comité de rédaction de la revue CVC de l'AICVF

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Thi-Lan Ha, cheffe de la division Agents biologiques et aérocontaminants
Jacques Ribéron, ingénieur à la Direction Santé-Confort

Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques (UNICLIMA)

Violaine Ohl-Gasteau, responsable technique pour la filtration et l'épuration de l'air, chargée de communication

Annexe 3 – Composition du groupe de travail ayant élaboré ces recommandations

Membres qualifiés de la Commission spécialisée « *maladies infectieuses et maladies émergentes* » :

- Daniel CAMUS
- Christian CHIDIAC, Président de la CS MIME, Président du comité permanent Covid-19
- Jean-François GEHANNO

Membres qualifiés de la Commission spécialisée « *système de santé et sécurité des patients* » :

- Serge AHO-GLÉLÉ
- Didier LEPELLETIER, vice-président de la CS 3SP, Co-président du groupe permanent Covid-19, pilote du groupe de travail pour la réponse à cette saisine

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

- Jean-Marc BRIGNON
- Philippe HARTEMANN
- Yves LEVI
- Francelyne MARANO, Vice-Présidente CS-RE
- Jean-Louis ROUBATY, copilote du groupe de travail
- Fabien SQUINAZI, copilote du groupe de travail

Représentante de Santé publique France :

- Anne BERGER-CARBONNE

Représentants de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

- Nicolas ETERRADOSSI
- Gilles SALVAT

Experts extérieurs au HCSP

- Éric GAFFET, UMR 7198, CNRS - Université de Lorraine

Secrétariat général du HCSP

Yannick PAVAGEAU

Le 14 octobre 2020

Haut Conseil de la santé publique

14 avenue Duquesne

75350 Paris 07 SP

www.hcsp.fr