

# AÉRATION ET VENTILATION DANS LES ESPACES CLOS

pour contribuer à la limitation de la COVID-19 :

bonnes pratiques, capteurs de CO<sub>2</sub>...



## Sommaire

- Une transmission de la COVID-19 majoritairement en espace clos - 2
- Les bonnes pratiques d'aération et de ventilation - 3
- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) - 5
- Les capteurs de CO<sub>2</sub> - 6
- Surveiller l'air dans les écoles - 8
- Les AASQA vous accompagnent - 9
- Atmo Hauts-de-France et AIREKA - 10
- L'association l'Air et Moi - 11

Quelles sont les bonnes pratiques d'aération et de ventilation pour limiter la propagation du virus dans les classes ? Qu'apporte l'utilisation d'un capteur de CO<sub>2</sub> ? Avec quels appareils s'équiper ? Quelles sont les aides financières ?

Cette note s'adresse principalement aux collectivités et gérants d'établissements scolaires qui trouveront les réponses aux questions posées ci-dessus ainsi qu'un rappel des exigences réglementaires de surveillance de qualité de l'air dans les établissements recevant du public au-delà du contexte sanitaire actuel.

## Une transmission de la COVID-19 majoritairement en espace clos

L'étude **ComCor menée par l'Institut Pasteur** a montré que sur **10.000** contacts uniques extra-domiciliaires à l'origine d'une infection, **80% avaient eu lieu à l'intérieur, fenêtres fermées**, 15% à l'intérieur, fenêtres ouvertes, et 5% à l'extérieur.

Le SARS-CoV-2, virus responsable de la COVID-19, se transmet principalement selon trois modes :

- Par inhalation de gouttelettes expulsées par le nez ou par la bouche d'une personne infectée lorsqu'elle tousse, éternue ou parle ;
- En se touchant la bouche, le nez ou les yeux après avoir touché des objets ou des surfaces contaminés ;
- L'inhalation d'aérosols (des gouttelettes de diamètre inférieur à 0,01 mm.

L'inhalation d'aérosols se produit essentiellement dans les espaces clos lors de l'expiration, les éternuements, le chant, la parole...



Crédit photo : © Fotolia

Les espaces clos, mal aérés, ventilés et/ou avec une forte densité de population favorisent la transmission du virus. Il est donc important de veiller à bien aérer les pièces.

## Les bonnes pratiques d'aération et de ventilation pour limiter la transmission de la COVID-19

De façon générale, le renouvellement de l'air permet d'apporter de l'air neuf (air provenant de l'extérieur), afin de pourvoir aux besoins en oxygène des occupants (notamment pour l'apprentissage des enfants et les activités professionnelles des adultes), diluer et **évacuer** les odeurs, les gaz indésirables, les polluants chimiques et les particules inertes ou viables qui s'accumulent et éliminer l'excès d'humidité.

En contexte COVID, dans son avis relatif à l'adaptation des mesures d'aération, de ventilation et de mesure du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans les établissements recevant du public (ERP) pour maîtriser la transmission du SARS-CoV-2 du 28 avril 2021, le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) recommande d'**ouvrir les fenêtres au moins 5 minutes toutes les heures**. Dans les établissements scolaires et universitaires en particulier, il est proposé de laisser les portes et les fenêtres ouvertes entre les cours et les enseignements avec une aération transversale. Seules les fenêtres doivent rester ouvertes pendant les cours ou enseignements (l'idéal est d'ouvrir deux fenêtres, si possible, pour favoriser la circulation de l'air, voir page suivante). Mais ces recommandations sont à adapter selon l'espace, la ventilation et le nombre d'occupants. En effet, dans les situations où l'aération n'est pas possible ou insuffisante (ex. fenêtres bloquées), des solutions techniques doivent être mises en place (par ex. abattants ou aérateurs dans la partie supérieure des fenêtres, ventilation par insufflation, etc.).



Source : Pixabay.com

66

Aération et ventilation : ces actions sont à mener en complément des gestes barrières, précise le HCSP.

99

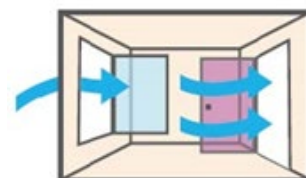
La ventilation permet de **favoriser le renouvellement de l'air par un apport d'air neuf** (qui dilue les potentiels virus présents) et de limiter les courants d'air au niveau des personnes (qui dispersent les potentiels virus présents). Le HCSP préconise une ventilation mécanique contrôlée (VMC) (ou un système de climatisation) fonctionnelle et conforme aux exigences réglementaires. Sa maintenance doit être tracée et affichée. Le responsable doit vérifier et si possible optimiser la filtration permanente intégrée à la VMC et ajuster les débits si nécessaire. Si le flux d'air est dirigé vers les personnes, l'usage du ventilateur et de la climatisation est proscrit pour privilégier le tout air neuf.

## Comment bien aérer ?

Il faut essayer d'ouvrir, même peu, le plus possible de fenêtres et ouvrir en même temps la porte en paroi opposée (ou les fenêtres qui donnent sur le couloir), de façon à réaliser un bon balayage de la salle. Si une seule fenêtre peut être ouverte, il faut privilégier celle qui est la plus éloignée de la porte.

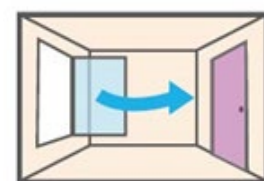
### L'aération transversale

L'aération transversale permet un échange de l'air très rapide. L'air est complètement renouvelé en 2 à 4 minutes seulement. Pour cela, toutes les portes et fenêtres doivent être ouvertes afin de générer un courant d'air. Dans le cadre sanitaire, l'ouverture des portes ne doit être réalisée qu'en dehors des cours pour éviter la diffusion du virus dans les espaces de circulation.



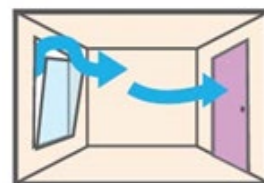
### L'aération en grand

Une manière efficace de renouveler l'air est d'aérer en grand. Le battant de la fenêtre est entièrement ouvert et l'air est renouvelé en l'espace de 4 à 10 minutes. Aérer en grand permet également de minimiser les pertes d'énergie. Du fait du renouvellement très rapide de l'air, les composants ne refroidissent pas.



### L'aération par entrebâillement

Lors de l'aération par entrebâillement, la fenêtre n'est ouverte qu'en partie. Dans le cas de fenêtres oscillo-battantes standards, le battant est généralement ouvert par le haut. L'aération par entrebâillement ne permet qu'un échange d'air limité, ce qui fait que la fenêtre doit rester ouverte longtemps. Le refroidissement plus important de l'encadrement de la fenêtre augmente le risque de dommages dus à l'eau de condensation.



Source : Ecol'air

Retrouvez ces conseils et d'autres encore dans le guide « [Ecol'air : les outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles](#) ».

## Comment bien ventiler ?

Pour les bâtiments pourvus de systèmes spécifiques de ventilation, il est recommandé de :

- Veiller à ce que les orifices d'entrée d'air et les fenêtres des pièces ne soient pas obstrués ;
- Veiller à ce que les bouches d'extraction dans les pièces de service ne soient pas obstruées ;
- Vérifier le bon fonctionnement du groupe moto-ventilateur d'extraction de la VMC ;
- Accroître l'amenée et l'extraction de l'air (pour augmenter le renouvellement de l'air intérieur) ;
- Favoriser l'aération par ouverture des fenêtres ;
- Désactiver les systèmes de recyclage de l'air (systèmes de récupération de chaleur).

L'aération régulière et/ou la ventilation des espaces clos sont nécessaires pour limiter la propagation du virus, renouveler l'air et améliorer la qualité de l'air intérieur, en plus du respect des gestes barrières.

## Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), indicateur pour faciliter la gestion du renouvellement de l'air

### Qu'est-ce que le CO<sub>2</sub> ?

Le dioxyde de carbone, anciennement appelé gaz carbonique, est un gaz incolore et inodore, qui est produit principalement lors des processus de combustion. Il est aussi émis naturellement par la respiration des êtres vivants.

### Suivre le CO<sub>2</sub> pour limiter la diffusion de la COVID-19

Dans un environnement clos en présence de personnes contaminées, il est difficile de mesurer la concentration en particules virales dans l'air. Mais les aérosols, transmetteurs de la COVID-19, suivent globalement la même dispersion dans l'air que les gaz que nous expirons, et la concentration de ces derniers dans l'air est plus facile à mesurer, comme pour le CO<sub>2</sub>.

Le CO<sub>2</sub> est ainsi considéré comme un **traceur du renouvellement de l'air de la pièce**. En mesurant et connaissant sa concentration dans l'air, il est facile de baisser le niveau de CO<sub>2</sub> en aérant la pièce occupée et ainsi **améliorer la qualité de l'air**.

1000 ppm<sup>1</sup>, dans des conditions normales d'occupation et hors crise sanitaire, est la valeur acceptable à ne pas dépasser dans un lieu recevant du public. En période de risque COVID-19, le HCSP recommande une valeur de **800 ppm avec port du masque**, la mise en œuvre d'actions d'aération et le bon fonctionnement d'une ventilation<sup>2</sup> pour limiter la diffusion du virus.

Le ministère de l'Education nationale, de la jeunesse et des sports (MENJS), préconise aussi l'équipement de chaque école en capteurs de CO<sub>2</sub> (mobiles ou fixes) afin de déterminer la fréquence d'aération nécessaire pour chaque local ou pour contrôler le bon fonctionnement de la ventilation mécanique<sup>3</sup>.



La mesure de la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'air, grâce à des capteurs, au cours de la journée en période d'occupation est un indicateur du renouvellement de l'air dans les espaces clos.

En période COVID-19, la concentration de CO<sub>2</sub> acceptable dans une pièce est abaissée de 1000 à 800 ppm pour limiter la diffusion du virus par les aérosols.

<sup>1</sup> L'acronyme « ppm » signifie « partie par million ». Il s'agit d'une unité de mesure communément utilisée par les scientifiques, notamment pour calculer le taux de pollution dans l'air et plus globalement dans l'environnement. Comme son nom l'indique, le ppm permet de savoir combien de molécules de polluant on trouve sur un million de molécules d'air. Il permet donc de rendre compte de manière assez simple de la quantité de pollution dans une masse d'air donnée et de l'impact nocif de ces polluants sur l'atmosphère. Source : [Géo](#)

<sup>2</sup> [Annexe 4 de l'avis Adaptation des mesures d'aération, de ventilation et de mesure du dioxyde de carbone \(CO<sub>2</sub>\) dans les ERP – 28 avril 2021](#)

<sup>3</sup> <https://www.education.gouv.fr/media/88756/download#:~:text=En%20application%20du%20protocole%20sanitaire,pendant%20le%20nettoyage%20des%20locaux>

## Les capteurs de CO<sub>2</sub>

### Comment utiliser un capteur de CO<sub>2</sub> ?

L'usage de capteurs permet de connaître la concentration de CO<sub>2</sub> en ppm et/ou le dépassement de valeurs seuils par voyant lumineux et d'alerter et sensibiliser sur la nécessité d'aérer la pièce.



Source : ATMO Grand Est

### Dans quelles pièces placer le capteur ?

Dans les pièces occupées de type salle de classe/d'activité ou de restauration. La mesure dans des pièces peu fréquentées par les enfants telles que les couloirs, les sanitaires ou les bureaux a peu d'intérêt hors COVID.

### Où positionner le capteur ?

Dans la zone d'occupation des enfants, de préférence à hauteur des voies respiratoires. Le capteur est placé à une hauteur au-dessus du sol comprise entre 50 cm et 2 m. Il doit être éloigné des sources de chaleur d'au moins 50 cm, du rayonnement solaire direct ainsi que des flux d'air extérieurs (fenêtres et portes).

### A quelle fréquence ?

La sensibilisation de la communauté scolaire peut être réalisée par le biais d'un ou plusieurs capteurs itinérants. Il est recommandé de placer le capteur au moins une semaine dans une salle de classe afin d'évaluer le renouvellement d'air hors COVID.

### Quel capteur de CO<sub>2</sub> utiliser ?

Pour s'équiper d'un détecteur de CO<sub>2</sub>, il y a trois possibilités :

- Acheter ou louer un détecteur commercial ;
- Fabriquer son détecteur à partir d'un capteur et d'un micro-contrôleur type Arduino (démarche pédagogique)

Dans tous les cas, il est essentiel de choisir un détecteur dont le capteur repose sur le **principe de la spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersif**. Ces capteurs sont aussi appelés "NDIR" ("Non-Dispersive InfraRed") ou simplement "infrarouge". D'autres technologies existent (MOX, électrochimique), mais sont généralement considérées comme moins performantes. La technologie NDIR est préconisée par le **décret 2012-14**.

Les appareils doivent faire l'objet de procédures d'étalonnage clairement exposées et facilement réalisables.

Pour vous aiguiller dans l'achat d'équipement, consultez [AIRLAB](#) qui challenge et compare des microcapteurs dont des capteurs de CO<sub>2</sub> afin d'éclairer, en toute indépendance, les utilisateurs entre l'adéquation du produit et les usages possibles.

Sélectionnez « en air intérieur », filtrez par la catégorie « Monitoring » et par polluants ciblé « CO<sub>2</sub> » et vous accédez une évaluation complète et claire des capteurs ayant participé au challenge.

### Magnasci SMOGGIE-CO2

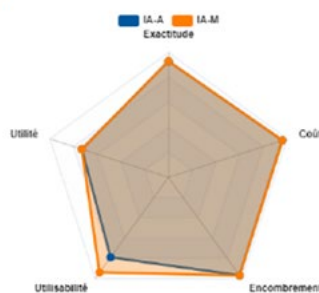
Utilisation pour laquelle les performances du capteur étaient les meilleures : IA-A, IA-M

★★★★★

#### Avis du jury

Le minuscule SMOGGIE-CO2 est un système de capteurs très léger, facile à utiliser et inexpensif, destiné à mesurer le CO2 pour des applications de surveillance et de sensibilisation. Il fournit des données d'une excellente précision pour le CO2 et, bien que son utilité soit quelque peu limitée par le fait qu'il s'agit d'un capteur mono-polluant - en particulier pour les applications de surveillance, il représente un excellent candidat pour les applications de sensibilisation.

#### Evaluation



#### Polluants mesurés

- CH<sub>2</sub>O
- CO
- CO<sub>2</sub>
- COV
- H<sub>2</sub>S
- NH<sub>3</sub>
- NO
- NO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub>)
- O<sub>3</sub>
- PM<sub>1</sub>
- PM<sub>2.5</sub>
- PM<sub>10</sub>
- SO<sub>2</sub>
- Comptage particules (concentration)

Source : AIRLAB

## Zoom sur les purificateurs d'air

Dans son [avis sur les unités mobiles de filtration de l'air intérieur de septembre 2021](#), « le HCSP souligne l'importance d'une approche holistique comportant l'ensemble des mesures barrières pour la réduction du risque de transmission du SARS-CoV-2. Il recommande d'améliorer 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 ou forcée par utilisation d'extracteurs ou d'insufflateurs d'air. [...] Il est inutile d'exiger le déploiement d'unités mobiles de filtration d'air dans toutes les classes des établissements scolaires. »

Retrouvez aussi sur le même sujet [l'avis de l'Anses - 2017](#) et de [l'Institut national de recherche et de sécurité \(Inres\) - octobre 2020](#).



Pour juger le besoin d'aération, l'usage d'un capteur de CO<sub>2</sub> est recommandé.  
Pour faciliter l'équipement de tous les établissements scolaires, l'Etat subventionne les EPCI et les collectivités jusqu'au 30 avril 2022.  
Pour vous aider dans le choix de l'équipement, les AASQA et AIRLAB peuvent vous conseiller.

## Surveiller l'air dans les écoles une exigence réglementaire au-delà de la COVID-19

Actuellement en cours de révision, la réglementation<sup>3</sup> **impose une surveillance de la qualité de l'air dans les établissements scolaires**. La mise en œuvre de cette surveillance comprend l'évaluation obligatoire des moyens d'aération à effectuer tous les 7 ans. La réglementation prévoit également soit la réalisation de mesures par un organisme accrédité, soit la mise en place d'un plan d'actions de prévention.

Faites votre diagnostic de la qualité de l'air de votre établissement en ligne sur [Unvent'air](#) : cet outil numérique permet de réaliser un diagnostic de la qualité de l'air intérieur dans un établissement recevant du public (ERP) prenant en compte les obligations réglementaires tout en incluant d'autres problématiques liées à la qualité de l'air intérieur afin d'être exhaustif. Il suffit simplement de répondre aux différentes questions en fonction de votre situation. Un rapport (imprimable) vous permettra d'engager un plan d'action afin d'**améliorer la qualité de l'air intérieur**, donc  **votre santé !**

Les enfants sont particulièrement sensibles à la pollution de l'air. La réglementation impose une surveillance de la qualité de l'air dans les crèches et les établissements scolaires. Cette surveillance doit suivre un protocole spécifique et s'effectuer par le gérant de l'établissement ou par un organisme accrédité.

<sup>3</sup> Décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public et Décret n° 2011-1727 du 02/12/11 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.



NOTE RÉALISÉE AVEC LE  
SOUTIEN DE L'**AGENCE  
RÉGIONALE DE SANTÉ**  
HAUTS-DE-FRANCE :  
[hauts-de-france.ars.sante.fr](https://hauts-de-france.ars.sante.fr)

Restez informés

 Atmo Hauts-de-France

 @AtmoHautsDeFrance

 @AtmoHdF

 [atmo-hdf.fr](https://atmo-hdf.fr)

vous parten'air  
**Atmo**  
HAUTS-DE-FRANCE 