

**AERER, VENTILER, RESPIRER**

à l'école

**Surveillance de la qualité de l'air par l'installation de capteurs de CO<sub>2</sub>**

**Document réalisé par le groupe Aération/ventilation**

**du collectif Du Côté de la Science**



#DuCoteDeLaScience - @Cote\_Science - [www.ducotedelascience.org](http://www.ducotedelascience.org) - Février 2021

## AERER, VENTILER, RESPIRER – à l'école

Ce document, à destination des porteurs de projets, des responsables éducatifs et des élus, se veut pratique, afin de les aider à la mise en place du matériel nécessaire à la meilleure qualité de l'air à l'école. Au-delà de la loi de 2010 - rappelée déjà en 2018 - qui en fait obligation, la pandémie impose cette priorité pour assurer les meilleures conditions d'accueil et de sécurité des enfants, comme celles de travail des enseignants.

### Ce qu'il faut retenir :

- Les modes de contamination de la COVID-19 incluent les postillons (petites gouttes millimétriques qui retombent au sol ou sur les surfaces) et les **aérosols**, particules micrométriques qui restent **en suspension dans l'air**, emportées par les courants au gré de la circulation de l'air, ainsi que le manuportage (rare).
- **Ventiler** les locaux est un des moyens les plus efficaces de prévention.
- Un moyen simple **d'évaluer la qualité de l'air** est d'utiliser un détecteur de dioxyde de Carbone - **CO<sub>2</sub>** (à ne pas confondre avec le monoxyde de Carbone CO) qui permet de vérifier que l'air de la pièce est suffisamment renouvelé et ainsi d'apprécier l'état de « confinement » de la pièce
- L'important est de maintenir le taux de **CO<sub>2</sub> sous le niveau de 800 ppm**
- Si le taux dépasse 800, il faut aérer et ventiler la pièce, si le taux reste haut, changer de pièce et envisager d'équiper la pièce d'un purificateur
- S'équiper de détecteurs de CO<sub>2</sub> avec la **technologie NDIR** (Infrarouge non dispersifs)
- Au-delà de la prévention de la pandémie, le contrôle de la qualité de l'air est un gage **d'amélioration des conditions de travail** des élèves ET des enseignants
- Depuis une **loi de 2010 et des décrets de 2012 et 2015**, chaque établissement doit réaliser un diagnostic selon un calendrier et proposer des mesures d'amélioration et de maîtrise de la qualité de l'air.
- Le décret de 2015 repousse au 1er janvier 2018 l'échéance avant laquelle les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles devront avoir mis en œuvre pour la première fois le dispositif de surveillance de l'air intérieur.
- Depuis 2010 se multiplient les rapports en tout genre.
- Des écoles en France ont commencé avec, du fait de la pandémie, des exemples récents
- Belgique, Canada, Allemagne, le Luxembourg... sont autant de pays ayant une longueur d'avance
- La presse s'est fait le relais des expériences et des projets en cours.

## AERER, VENTILER, RESPIRER – à l'école

Ce document de synthèse reprend l'argumentaire qui vise à favoriser la mise en place des conditions de maîtrise de la qualité de l'air à l'école. Au-delà de son importance en temps de pandémie, la qualité de l'air est une priorité inscrite dans la loi depuis 2010 au regard de l'impact sur les conditions d'accueil des enfants et sur les conditions de travail des enseignants. Ce document reprend des publications publiques ; il sera régulièrement mis à jour.

### Table des matières

1. Une réglementation depuis 2010, une obligation depuis 2018 .....	4
2. Objectifs : Prévention ET Santé .....	9
3. Les documents de référence : Du Côté de la Science / La Fabrique.....	14
1) Acheter ou fabriquer son détecteur de CO2 :.....	15
2) S'équiper d'un capteur-détecteur de CO2 pour lutter contre la COVID19 : Un guide pour vous aider à mieux aérer vos locaux, salles de réunion, salles de classe .....	15
4. Revue de presse 2020 : Aération – Covid et écoles.....	16
5. Autres rapports depuis 2010.....	17
6. Quelques exemples dans les écoles d'autres pays.....	19

## 1. Une réglementation depuis 2010, une obligation depuis 2018

### **Ce qu'il faut retenir :**

*« Ainsi la surveillance de la qualité de l'air intérieur est obligatoire dans les écoles maternelles et élémentaires ainsi que dans les crèches depuis 1er janvier 2018, et dans les centres de loisir, les collèges et les lycées depuis le 1er janvier 2020. »*

Au-delà du principe de précaution pour la pandémie, le contrôle de la qualité de l'air à l'école fait l'objet de textes réglementaires depuis la loi 2010, les décrets de 2012 et 2015.

Les ministères de l'Environnement et de la Santé ont lancé en 2013 le *Plan d'actions sur la qualité de l'air intérieur*. Ce plan, intégré au 3<sup>ème</sup> *Plan national Santé Environnement (PNSE)* prévoit des actions à court, moyen et long terme afin d'améliorer la qualité de l'air dans les espaces clos.

Plus récemment, l'action 13 du 4<sup>e</sup> *Plan national Santé Environnement : mon environnement, ma santé (2020-2024)* prévoit d'améliorer la qualité de l'air intérieur des établissements accueillant des populations sensibles en continu, notamment en faisant évoluer la surveillance de la qualité de l'air dans ces établissements, dont les crèches et écoles.

- A. Mise à jour du Ministère de la transition écologique du 15 décembre 2020 : mise en œuvre de la surveillance de la qualité de l'air dans certains établissements recevant du public, dont les écoles et crèches

<https://www.ecologie.gouv.fr/qualite-lair-interieur>

Le Ministère de la transition écologique a mis à jour sur son site l'ensemble des éléments relatifs au dispositif réglementaire de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public : « La loi portant engagement national pour l'environnement a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant un public sensible (articles L. 221-8 et R. 221-30 et suivants du code de l'environnement). Les établissements concernés sont notamment ceux accueillant des enfants :

- établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de 6 ans (crèches, haltes-garderies...);
- centres de loisirs ;
- établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degrés (écoles maternelles, élémentaires, collèges, lycées...).

Les enfants peuvent en effet être exposés dans les écoles et les lieux d'accueil à plusieurs polluants émis par le mobilier, les produits d'entretien et les fournitures scolaires. Les concentrations en polluants mesurées dans l'air des écoles peuvent être parfois plus élevées que dans d'autres lieux de vie, du fait aussi de la densité d'occupation des locaux et d'un renouvellement de l'air souvent insuffisant. » ...  
**« Ainsi la surveillance de la qualité de l'air intérieur est obligatoire dans les écoles maternelles et élémentaires ainsi que dans les crèches depuis 1er janvier 2018, et dans les centres de loisir, les collèges et les lycées depuis le 1er janvier 2020. »**

- B. 2020 : 4<sup>e</sup> PLAN NATIONAL SANTÉ ENVIRONNEMENT 2020-2024 - Enjeux et mesures (extrait de la synthèse du PNSE) :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNSE4\\_SyntheseConsultation\\_26102020\\_B\\_AT.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/PNSE4_SyntheseConsultation_26102020_B_AT.pdf)

« ACTION 13 - Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides : mise en place d'une nouvelle campagne nationale pour mieux connaître la qualité de l'air intérieur des logements. Accompagner les acteurs du bâtiment en renforçant la formation et rendre obligatoire la vérification des installations de ventilation lors de la réception des bâtiments neufs, plus particulièrement pour ceux accueillant des populations sensibles (crèches, écoles, etc.) Consolider la surveillance de la qualité de l'air dans ces établissements. Améliorer les connaissances sur la pollution de l'air intérieur des enceintes ferroviaires souterraines (métros). »

## C. Les textes législatifs fondateurs

### 1) La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022470434/2021-01-11/>

L'article 180 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement crée l'article L.221-8 du code de l'environnement, prévoyant l'obligation de surveiller périodiquement la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public (ERP) accueillant des populations sensibles ou exposées sur de longues périodes.

### 2) Le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012

Ce décret fixe les conditions relatives 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 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000025105291/>

#### **Article 8**

I. — La mesure en continu du dioxyde de carbone pour l'évaluation du confinement de l'air est réalisée avec un appareil fonctionnant sur le principe de la spectrométrie d'absorption infrarouge non dispersif, répondant aux caractéristiques suivantes :

1° Domaine de mesure minimum : 0 à 5 000 ppm ;

2° Incertitude à 20 °C et 1 013 mbar  $\pm$  (50 ppm + 3 % de la valeur lue) ;

3° Résolution 1 ppm ;

4° Temps de réponse  $t_{63}$  200 secondes ;

5° Fréquence de mesurage : 1 point toutes les dix minutes ;

6° Capacité d'enregistrement des données couvrant un minimum de huit jours sur un pas de temps de dix minutes.

II. - Les résultats de mesure du dioxyde de carbone sont exploités pour calculer un indice de confinement selon la méthode décrite ci-après.

L'indice de confinement est calculé à partir d'une mesure en continu de la concentration de dioxyde de carbone dans l'air, exprimée en parties par million (ppm), avec un pas de temps d'enregistrement de dix minutes.

La mesure en continu s'effectue pendant les seules périodes au cours desquelles le nombre d'élèves ou d'enfants effectivement présents dans la pièce est supérieur à 0,5 fois l'effectif théorique de la salle de classe ou d'activité et inférieur à 1,5 fois l'effectif théorique de la pièce.

Les concentrations de dioxyde de carbone correspondant aux périodes retenues sont ensuite séparées en trois classes en fonction du nombre de valeurs inférieures à 1 000 ppm, comprises entre 1 000 et 1 700 ppm et supérieures à 1 700 ppm.

3) Le décret n° 2015-1000 du 17 août 2015 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031052712/>

**Le décret repousse au 1er janvier 2018 l'échéance avant laquelle les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans et les écoles maternelles devront avoir mis en œuvre pour la première fois le dispositif de surveillance de l'air intérieur. Elle avait été fixée au 1er janvier 2015 par un décret du 2 décembre 2011.**

#### Article 8

Les cinq premiers alinéas de l'article R. 221-37 sont remplacés par les dispositions suivantes :

« La surveillance périodique des établissements mentionnés au II de l'article R. 221-30 est réalisée :

« 1° Avant le 1er janvier 2018 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires ;

« 2° Avant le 1er janvier 2020 pour les accueils de loisirs mentionnés au 2° du II de l'article R. 221-30 et les établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du second degré ;

« 3° Avant le 1er janvier 2023 pour les autres établissements. »

#### D. Les autres documents institutionnels de référence :

##### 1) Le plan d'actions sur la qualité de l'air intérieur de 2013

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan\\_QAI\\_23\\_10\\_2013.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan_QAI_23_10_2013.pdf)

Axe « Informer le grand public et les acteurs relais » (page 6)

« D. Réaliser des actions de communication à destination des collectivités locales et des personnels scolaires, et accompagner la première échéance pour la surveillance obligatoire de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et crèches.

Un retour d'expérience sera tiré de ces actions, en vue de préparer l'échéance de 2018 pour les écoles élémentaires. »

##### 2) Le guide qualité de l'air dans les lieux accueillant des enfants

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/QAI\\_guide\\_pratique\\_2019.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/QAI_guide_pratique_2019.pdf)

Le guide est organisé autour de quatre grilles thématiques, à remplir par l'autorité responsable de la sécurité dans les établissements : la mairie ou l'organisme privé pour les crèches et les écoles du premier degré, le chef d'établissement en lien avec le gestionnaire d'établissement (département, région ou organisme privé) pour le second degré.

« Il est conseillé de procéder ponctuellement à des mesures de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), bon indicateur du confinement de l'air intérieur, dans les pièces accueillant des enfants, lorsque celles-ci sont occupées. »

« Étudier la possibilité d'achat d'indicateur de confinement (capteur CO<sub>2</sub>) pour optimiser les pratiques d'aération déjà en place. »

« À cette fin, plusieurs capteurs de CO<sub>2</sub>, équipés de voyants lumineux, sont disponibles sur le marché. Tous ces appareils n'ont pas les mêmes performances techniques et il est recommandé d'utiliser des appareils fonctionnant sur le principe de l'absorption dans l'infrarouge non dispersif (NDIR) et dont les caractéristiques techniques respectent les exigences définies dans le guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs [CSTB, 2012]. En général, ces appareils indiquent en temps réel le niveau de confinement de l'air par des voyants lumineux permettant à l'occupant de gérer l'ouverture et la fermeture des portes et fenêtres de la pièce. Selon la couleur, l'air de la pièce n'est pas confiné (vert), légèrement confiné (orange ou bleu, seuil autour de 800-1 000 ppm de CO<sub>2</sub> selon les appareils) ou nettement confiné (rouge, seuil entre 1 400 et 3 000 ppm (souvent 1 700 ppm) de CO<sub>2</sub>). L'occupant agit alors sur les ouvrants pour maintenir l'indicateur au vert. Lorsque l'indicateur est vert, il convient de refermer les fenêtres pour éviter des consommations d'énergie



excessives. Certains kits de mesures indicatives de la qualité de l'air cités au a) incluent le suivi du CO<sub>2</sub> à l'aide de ce type de capteur. Il est ainsi possible de s'équiper de quelques indicateurs et de les mettre en œuvre, à tour de rôle, dans les différentes pièces de vie / d'activités de l'établissement. »

## 2. Objectifs : Prévention ET Santé

### **Ce qu'il faut retenir :**

« Dans un avis du 14 octobre 2020, le Haut Comité de Santé Publique recommande de maintenir le chauffage des espaces clos collectifs, afin d'atteindre une température de confort en adéquation avec l'activité des occupants. Il convient par ailleurs d'assurer le renouvellement régulier de l'air des locaux avec un apport d'air neuf qui devra, si possible, être augmenté. La mesure en continu de la concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), à l'aide de capteurs, permet d'en juger la qualité. »

<https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=928>

**La nécessité « Aérer, ventiler, Respirer » repose sur deux aspects complémentaires :**

- **Une priorité compte tenu du contexte sanitaire**
- **Une approche globale relative aux conditions d'accueil des enfants et adultes en milieu scolaire**

A. Une priorité : La qualité de l'air et le risque COVID\_19 dans les lieux clos (source collectif Du Côté de la Science)

Extrait du Document synthétique : « QUALITÉ DE L'AIR ET RISQUE COVID19 DANS LES LIEUX CLOS »

[http://ducotedelascience.org/wp-content/uploads/2020/10/QUALITE\\_AIR\\_COVID19\\_LIEUXCLOS\\_VC.pdf](http://ducotedelascience.org/wp-content/uploads/2020/10/QUALITE_AIR_COVID19_LIEUXCLOS_VC.pdf)

« Contrôler une épidémie, à l'échelle d'une société, passe par 4 stratégies cumulables qui sont, par ordre d'efficacité décroissante : l'élimination du pathogène, la séparation du pathogène et du public par des méthodes d'ingénierie, des campagnes informatives et, enfin, les équipements individuels de protection. Les masques font partie de cette dernière catégorie. S'ils sont un moyen de prévention individuelle efficace – en constituant une barrière contre les postillons et les aérosols – ils s'avèrent insuffisants dans des locaux clos à occupation forte

et longue. En l'absence de traitement ou de vaccin efficace, empêcher la propagation du SARS-CoV-2 nécessite donc de s'appuyer sur de l'ingénierie technique.

De façon évidente, la meilleure façon d'empêcher le virus de se propager dans une salle, une école ou une entreprise serait simplement d'empêcher les personnes contagieuses d'y pénétrer. Il est malheureusement difficile de les distinguer, 40 % en moyenne des cas étant asymptomatiques (en particulier les enfants). Si le masque est capable de bloquer la majorité des aérosols contaminants (efficacité de 50 à 98 % en fonction du type de masques), dans un lieu clos, un cas contagieux même masqué continuera de diffuser et accumuler des quantités d'aérosols faibles mais suffisantes pour avoir un pouvoir contaminant au bout d'un certain temps.

Il n'existe que deux options pour réduire le risque de contamination quand le virus est potentiellement présent dans un local :

- Apporter de l'air frais de l'extérieur,
- Éliminer le virus de l'air à l'intérieur du bâtiment.

Dans son avis du 28 août 2020<sup>iii</sup>, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) décrit des mesures d'entretien des locaux, et de leur ventilation. L'idée directrice est d'avoir un renouvellement de l'air permanent avec des débits minimaux (en m<sup>3</sup>/h) dans les locaux, conformément aux dispositions du code du travail ou du règlement sanitaire départemental (RSD) qui fixent les normes applicables aux différents locaux.

L'utilisation d'un détecteur de CO<sub>2</sub> est un moyen efficace d'évaluer si la ventilation est suffisante, ou s'il faut faire une pause et aérer. **En effet, des études ont montré que la mesure du taux de CO<sub>2</sub> dans un local est un très bon indicateur du risque aérosols pour le coronavirus.** Dans l'air extérieur, la concentration en CO<sub>2</sub> est de 400 ppm (particules par million), quand dans une pièce correctement ventilée elle se maintient sous 800 ppm. Pour assurer la sécurité vis-à-vis du coronavirus les experts recommandent de garder la concentration en CO<sub>2</sub> en dessous de cette valeur (voire moins de 600 ppm, si possible), en veillant à disposer d'un détecteur de CO<sub>2</sub> suffisamment sensible et précis (précision inférieure à 50 ppm). »

Ce qu'il faut retenir : « **L'important est de « rester sous 800 ppm** » en utilisant l'équation Wells-Riley, utilisée pour modéliser le risque de transmission aérienne. En utilisant le taux de CO<sub>2</sub> comme marqueur, on peut se rendre compte de la qualité de l'air inhalé, qui a été précédemment expiré par les occupants d'un lieu clos.

B. Une approche globale : la qualité de l'air en milieu scolaire - *Ecol'AIR* ADEME 2018 – 2e édition de la mallette « Outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles »

Si « Aérer et Ventiler » peut apparaître comme une nécessité sanitaire dans ce contexte pandémique, cette approche peut aussi soulever la question d'éventuelles contradictions avec le confort thermique.

La ventilation ou l'aération ne va-t-elle pas se faire au détriment de l'isolation ou du confort thermique ?

La réflexion sur la qualité de l'air en milieu scolaire doit se faire dans une approche globale et prendre en compte l'ensemble des composantes de l'environnement comme le bâti, les matériaux, le mobilier, le nettoyage... sans oublier le confort thermique nécessaire à l'apprentissage et les risques individuels inhérents au milieu scolaire (accidents, comportements à risque,...).

Dans une deuxième édition (la première date de 2011) de la mallette *Ecol'AIR*, l'Ademe a mis à jour en 2018, l'ensemble des éléments dans la prise en charge globale de la qualité de l'air en milieu scolaire (y compris la mise en place de détecteurs de CO<sub>2</sub>). Le document proposait « Les outils pour une bonne gestion de la qualité de l'air dans les écoles » décrits dans une série de fiches :

- Qualité de l'air intérieur et obligations réglementaires dans les écoles et les crèches
- Qualité de l'air intérieur et santé des enfants
- Aération par ouverture des fenêtres dans les écoles et les crèches
- Systèmes de ventilation double flux monobloc destinés aux salles de classe
- Extraction d'air localisée dans les poubelles des locaux de changes
- Boîtier de sensibilisation : indication du confinement de l'air intérieur
- Mesurer de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements
- Moisissures : impact sur la santé, traitement et prévention
- Choisir et mettre en œuvre des matériaux de construction
- Choisir et installer le mobilier
- Choisir et acheter des fournitures scolaires
- Désodorisation, assainissement, désinfection des ambiances : ATTENTION !
- Définir la qualité écologique d'une prestation de nettoyage dans les locaux
- Choisir et acheter des produits d'entretien

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ecolair-2018-010490.pdf>

Extraits du document ADEME :

Page 2 : « La qualité de l'air intérieur dans les écoles est donc un problème reconnu. Même si les solutions apportées aujourd'hui sont identifiées (limitation des sources de pollution, ventilation, etc.), elles ne sont pas toujours bien mises en œuvre et appliquées dans ces locaux. Il convient donc de comprendre pourquoi ces solutions ne sont pas ou peu mises en place et d'accompagner l'ensemble des acteurs pouvant influencer sur la gestion de la QAI dans la mise en œuvre de solutions pratiques et appropriables permettant d'améliorer la qualité de l'air intérieur et, par la suite, de limiter les risques sanitaires dans ces établissements. C'est l'objectif de cette mallette dont c'est la deuxième édition, qui vient enrichir de plusieurs fiches pratiques et actualiser, notamment dans son volet normatif et réglementaire, la première version éditée en 2011. »

Page 19 : CE QU'IL FAUT SAVOIR

« Le Décret n°2015-1000 du 17/08/15 relatif aux modalités de surveillance de la QAI dans certains ERP, rend obligatoire la surveillance périodique de la QAI avec une première réalisation avant le 01/01/18 pour les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires »

Pages 20 et suivantes :

« • CO<sub>2</sub> : premier indicateur du confinement de l'air, il peut entraîner, à des concentrations élevées, une altération des performances scolaires ; (...) »

L'obligation de surveillance périodique de la QAI dans certains ERP dont les établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les écoles maternelles et les écoles élémentaires, est entrée en vigueur depuis le 1er janvier 2018. (cf. Fiche « QAI et obligations réglementaires dans les écoles et les crèches »), se base notamment sur des mesures du formaldéhyde, du benzène et du CO<sub>2</sub> (le formaldéhyde et le benzène étant deux substances potentiellement cancérigènes). »

« Altération des performances scolaires des enfants et des performances professionnelles des enseignants (sommolence, baisse de l'attention, difficultés d'apprentissage, ...) ; le renouvellement d'air insuffisant ou l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'air ambiant sont directement en cause. »

« Les établissements de la petite enfance sont généralement caractérisés par un taux d'occupation élevé, entraînant l'augmentation rapide du CO<sub>2</sub> et de l'humidité relative, favorisant les contaminations bactérienne et virale, la forte présence d'allergènes. Le mobilier est également très dense, d'où des émissions potentielles de substances dans l'air (cf. Fiche « Choisir et installer le mobilier »). D'où l'importance de renouveler l'air en quantité suffisante »

Page 24 : « Boîtier de sensibilisation : indication du confinement de l'air intérieur »

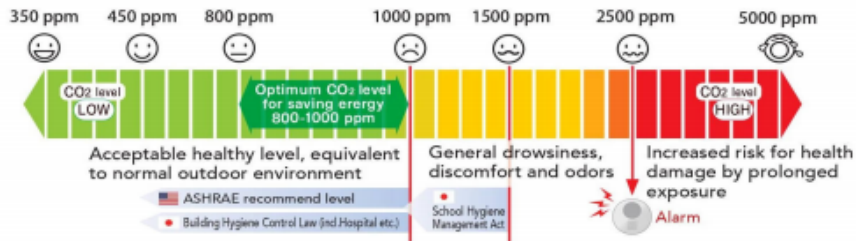
- Ce type de boîtier est destiné à être placé dans une salle de classe non équipée de système de ventilation, afin de donner aux occupants une indication sur le confinement de l'air intérieur et les inciter à aérer en cas de besoin. Il comporte trois diodes de couleur (vert, orange, rouge), qui peuvent être désactivées si besoin, et un capteur de CO<sub>2</sub> (...)

- Le premier objectif de ce boîtier est de donner des repères aux enseignants et occupants des locaux d'enseignement non équipés de systèmes de ventilation, sur le confinement de l'air et les inciter à aérer en cas de besoin. Il permet ainsi à l'enseignant d'adapter sa stratégie d'aération par ouverture des fenêtres (périodes et durée d'ouverture des fenêtres les plus efficaces, nature et nombre des fenêtres à ouvrir pour obtenir les meilleurs résultats en termes de renouvellement de l'air). Un Indice de Confinement d'air dans les Ecoles, ICONE a été défini. Il est utilisé pour évaluer le niveau de confinement de l'air dans les classes. »

Page 25 : « Il faut que les gestionnaires et les utilisateurs des écoles et des crèches connaissent mieux et puissent évaluer la qualité de l'air intérieur, dans des locaux où enfants et personnels passent des journées entières. Au-delà d'un état des lieux ou d'une simple photographie de la QAI qu'ils seraient susceptibles de réaliser eux-mêmes, il faut donner à ces acteurs les moyens d'analyse et d'interprétation pour alerter à bon escient les occupants des locaux et déclencher, quand c'est nécessaire, les bonnes actions correctives. Des outils existent, à des coûts variés, plus ou moins faciles dans leur utilisation et dans l'interprétation des résultats. Il est possible de mesurer de nombreux polluants de l'air intérieur : ceux principalement liés au métabolisme humain (température, hygrométrie, CO<sub>2</sub>, odeurs, ...) qui peuvent avoir des conséquences sur la santé (allergies, maux de tête, fatigue, nausées) et les polluants potentiellement dangereux pour la santé tels que des COV - Composés Organiques Volatils (comme le formaldéhyde dont il est beaucoup question, le benzène), le radon... Il est important de connaître les seuils sous les valeurs limites réglementées ou recommandées, à partir desquels il conviendra de mener des investigations complémentaires. »

### 3. Les documents de référence : Du Côté de la Science / La Fabrique

#### Ce qu'il faut retenir :



S'équiper et installer un capteur-détecteur de CO<sub>2</sub> pour lutter contre la COVID19 : un outil pour vous aider à aérer vos locaux, salles de réunion, salles de classe mise à jour : 16-01-2021 | mail : eole.co2@gmail.com | <https://twitter.com/LaFabrique>

<http://lafabrique.centralesupelec.fr/projetco2/>

Vous trouverez dans les documents ci-dessous l'ensemble des références et les documents du groupe « Prévention-Aération » du collectif à partir du lien :

<http://ducotedelascience.org/category/prevention/prevention-aeration/>

#### A. Concrètement, que faire ?

Face au risque de transmission aérienne du virus dans les lieux clos où se réunissent plusieurs personnes, et notamment dans les établissements scolaires, le collectif a rédigé un document de recommandations pour les enseignants et personnels.

« Lutter contre le coronavirus par la ventilation des locaux : principes et aspects concrets – Octobre 2020 »

[http://ducotedelascience.org/wp-content/uploads/2020/10/QUALITE\\_AIR\\_COVID19\\_LIEUXCLOS\\_VL-1-1.pdf](http://ducotedelascience.org/wp-content/uploads/2020/10/QUALITE_AIR_COVID19_LIEUXCLOS_VL-1-1.pdf)

## B. Relevés de CO<sub>2</sub> en lieu clos : pourquoi ? comment ?

Face au risque de contamination par aérosols (fines particules en suspension dans l'air), surveiller et contrôler le taux de CO<sub>2</sub> permet d'optimiser et de calibrer l'aération des lieux clos. Le collectif vous présente un retour d'expérience et des analyses de cas.

<https://ducotedelascience.org/relevés-de-co2-en-lieu-clos-pourquoi-comment/>

Le guide d'utilisation de capteurs de CO<sub>2</sub> en lieu clos pour limiter le risque de contamination par aérosol aggravé par le confinement de l'air (19 pages) :

<http://ducotedelascience.org/wp-content/uploads/2020/12/guide-co2-v0312-v.pdf>

## C. Les guides d'équipement, d'installation et d'achat des capteurs :

### 1) Acheter ou fabriquer son détecteur de CO<sub>2</sub> :

<http://ducotedelascience.org/acheter-un-detecteur-de-co2/>

Une sélection de produits qui ont retenu l'attention du collectif. Technologie du capteur, qualité de la documentation, retours d'expérience nous ont guidés dans nos choix. Ces informations sont susceptibles d'évoluer en fonction de nos retours d'expérience.

### ATTENTION !

- Utiliser des capteurs de CO<sub>2</sub> avec technologie « NDIR » (infrarouges non dispersifs), cela doit être noté sur la fiche du capteur.
- Pour les capteurs non étalonnés en usine, l'exactitude de la mesure dépend très fortement de la qualité de la calibration réalisée par l'utilisateur après réception du matériel.

### 2) S'équiper d'un capteur-détecteur de CO<sub>2</sub> pour lutter contre la COVID19 : Un guide pour vous aider à mieux aérer vos locaux, salles de réunion, salles de classe

<http://lafabrique.centralesupelec.fr/projetco2/>

mise à jour : 25-01-2021 | mail : eole.co2@gmail.com | <https://twitter.com/LaFabrique>

## Pourquoi s'intéresser au CO<sub>2</sub> ?

« Le CO<sub>2</sub> présent dans l'air d'un local ou d'une salle est un bon marqueur de l'état de confinement d'un lieu. Plus le taux de CO<sub>2</sub> est élevé, plus le lieu est confiné et plus, potentiellement, l'éventuelle charge virale produite par ses occupants est importante. Pour

limiter les risques, il faut éviter de rester dans un lieu trop confiné et il faut donc aérer, en grand, régulièrement. C'est l'un des gestes "barrières" importants. »

Mesurer le taux de CO<sub>2</sub> est donc un moyen pour mieux aérer les locaux en indiquant quand cela doit être réalisé.

Dans les systèmes que nous proposons, nous avons fait le choix de "surveiller" les seuils de taux CO<sub>2</sub> suivants, exprimés en PPM (partie par millions) :

- < 800 PPM : correspond à une qualité d'air excellente selon la norme NF EN 13779 et c'est une recommandation de nombreuses publications scientifiques pour les périodes épidémiques. Cela constitue donc une valeur "cible" à atteindre.
- entre 800 et 1000 PPM : correspond à une qualité d'air moyenne selon la norme NF EN 13779
- entre 1000 et 1500 PPM : correspond à une qualité d'air modérée selon la norme NF EN 13779
- 1500 PPM : correspond à une qualité d'air basse selon la norme NF EN 13779

<http://lafabrique.centralesupelec.fr/projetco2/>

#### 4. Revue de presse 2020 : Aération – Covid et écoles

Quelques articles de presse :

Article *Libération* 7 octobre 2020 Covid-19 : de l'incompétence dans l'air :

[https://www.liberation.fr/france/2020/10/07/covid-19-de-l-incompetence-dans-l-air\\_1801645](https://www.liberation.fr/france/2020/10/07/covid-19-de-l-incompetence-dans-l-air_1801645)

En Allemagne, contre le Covid, les écoles ouvrent les fenêtres Nov 2020

<https://reporterre.net/En-Allemagne-contre-le-Covid-les-ecoles-ouvrent-les-fenetres>

<https://www.dw.com/en/coronavirus-germany-unveils-airing-plan-for-schools/a-55286311>

Canada - Le ministre de la Santé Christian Dubé a admis que le gouvernement aurait dû

réfléchir à la ventilation des écoles durant l'été. : [https://ici.radio-](https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1748727/covid-19-ventilation-ecoles-quebec-solidaire-detecteurs-co2-purificateurs-air)

[canada.ca/nouvelle/1748727/covid-19-ventilation-ecoles-quebec-solidaire-detecteurs-co2-purificateurs-air](https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1748727/covid-19-ventilation-ecoles-quebec-solidaire-detecteurs-co2-purificateurs-air)

Luxembourg - Les détecteurs de CO<sub>2</sub> font aussi leur rentrée. :

<https://www.wort.lu/fr/luxembourg/les-detecteurs-de-co2-font-aussi-leur-rentree-5ffb5ae4de135b92367b32cd>



Luxembourg : Des détecteurs de CO<sub>2</sub> dans les salles de classe :

[http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2021/01/12012021Article637460337774178515.aspx?actId=ebwp0YMB8s1\\_OGEGSsDRkNUcvuQDVN7aFZ1E4yS5hsajXx1wxttENfCwJ\\_czl\\_fy&actCampaignType=CAMPAIGN\\_MAIL&actSource=506644](http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2021/01/12012021Article637460337774178515.aspx?actId=ebwp0YMB8s1_OGEGSsDRkNUcvuQDVN7aFZ1E4yS5hsajXx1wxttENfCwJ_czl_fy&actCampaignType=CAMPAIGN_MAIL&actSource=506644)

France

Craon. Des capteurs bientôt installés pour évaluer la qualité de l'air *Ouest France* –  
Décembre 2020

<https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/craon-53400/craon-des-capteurs-bientot-installes-pour-evaluer-la-qualite-de-l-air-7076581>

Paris CO<sub>2</sub>, VENTILATION ET COVID-19 : DES CAPTEURS DE CO<sub>2</sub> À L'ÉCOLE DIDEROT - Publié le  
19 décembre 2020

<https://www.fcpe75.org/actusecole/co2-ventilation-et-covid-19-des-capteurs-de-co2-a-lecole-diderot/>

## 5. Autres rapports depuis 2010

### A. Rapport *Health and Environment Alliance* Paris - 2019

[https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2019/09/Paris-city-report-Healthy-Air-Healthier-Children\\_FR.pdf](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2019/09/Paris-city-report-Healthy-Air-Healthier-Children_FR.pdf)

- Le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> mesuré dans les salles de classe. Le CO<sub>2</sub> agit en tant qu'indicateur de la qualité de l'air et de l'aération à l'intérieur des bâtiments. À l'intérieur, les niveaux de CO<sub>2</sub> peuvent monter au point de provoquer des vertiges, affectant ainsi la concentration et la productivité
- Le présent rapport utilise la valeur limite de 1 000 particules par million (ppm) pour le CO<sub>2</sub> comme le seuil en dessous duquel l'air intérieur est considéré comme sain. L'Union européenne a fixé des normes juridiquement contraignantes, et l'OMS a adopté un ensemble de lignes directrices concernant la moyenne maximale de concentration de PM<sub>10</sub> et de NO<sub>2</sub>

### B. Rapport *AIR BREIZH - 2015* : Mesures de la qualité de l'air dans 3 établissements accueillant des enfants en bas-âge, crèche et écoles maternelles

[https://www.airbreizh.asso.fr/voy\\_content/uploads/2018/04/rapport\\_qai\\_ecoles\\_et\\_creche\\_2015\\_v2\\_.pdf](https://www.airbreizh.asso.fr/voy_content/uploads/2018/04/rapport_qai_ecoles_et_creche_2015_v2_.pdf)

« La teneur en CO<sub>2</sub> est représentative du niveau de confinement des bâtiments. Plus l'air est confiné, plus le niveau de CO<sub>2</sub> est élevé et moins bonne devrait être la qualité de l'air dans la pièce. Le règlement sanitaire départemental type (RSD) impose de ne pas dépasser la concentration de 1300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer. »

#### C. Rapport *ATMO - ALSACE* 2014 : exemple de campagne de mesure de l'air dans une école de Reichstett

[http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne\\_de\\_mesure\\_en\\_a1.pdf](http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne_de_mesure_en_a1.pdf)

« Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est émis par la respiration des personnes présentes dans une pièce et est un indicateur du confinement de l'air intérieur. Bien que le CO<sub>2</sub> ne présente pas lui-même d'effet notable sur la santé aux niveaux habituellement rencontrés en ambiance intérieure, un confinement élevé semble pouvoir être associé à une prévalence des symptômes respiratoires. De plus, la dégradation de la qualité de l'air des salles de classe ne crée pas un milieu d'apprentissage favorable pour les élèves et de travail pour les enseignants. En effet, selon diverses études, les performances des élèves (sommolence, baisse de l'attention, diminution du temps de réaction...) sont directement affectées par un renouvellement d'air insuffisant ou par une concentration élevée de CO<sub>2</sub>.

Les mesures de CO<sub>2</sub> permettent de calculer l'indice de confinement (indice ICONE – Indice de confinement d'air dans les écoles élaboré par le CSTB). Cet indice, situe l'état moyen du confinement d'une salle en tenant compte à la fois de l'intensité des pics en CO<sub>2</sub> mesurés et de leur fréquence ; l'indice est compris entre 0 et 5, la note 0 correspondant à l'absence de confinement (situation la plus favorable), et la note 5 à un confinement extrême (situation la plus défavorable). »

#### D. Rapport ANSES *Concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur et effets sur la santé* - 2013

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2012sa0093Ra.pdf>

#### E. Rapport *Qualité de l'air intérieur dans les écoles* - 2011 - PACA

[https://www.atmosud.org/sites/paca/files/publications\\_import/files/121000\\_AirPACA\\_MEE\\_DM\\_cpagne\\_QAI\\_ecole\\_net.pdf](https://www.atmosud.org/sites/paca/files/publications_import/files/121000_AirPACA_MEE_DM_cpagne_QAI_ecole_net.pdf)

Au sein d'un établissement, une classe sera équipée d'un détecteur de CO<sub>2</sub> (Luftampel®) déclenchant une alarme visuelle (leds de couleurs différentes) lorsqu'un niveau prédéfini de CO<sub>2</sub> sera atteint.

F. Rapport *Qualité de l'air intérieur dans les écoles et les crèches. Aération et taux de CO<sub>2</sub> - 2010*

[http://www.vizea.fr/actualites/2\\_Etude%20-%20QAI%20ecoles%20et%20creches%20-%20taux daeration et co2.pdf](http://www.vizea.fr/actualites/2_Etude%20-%20QAI%20ecoles%20et%20creches%20-%20taux%20daeration%20et%20co2.pdf)

G. Rapport *Gestion de la Qualité de l'air intérieur pour les ERP - 2010*

<https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guid0910.pdf>

6. Quelques exemples dans les écoles d'autres pays

A. En Suisse

[https://www.schulen-lueften.ch/upload/downloads/BAG\\_Lueften\\_Broschuere\\_Schulen\\_FR\\_Web.pdf](https://www.schulen-lueften.ch/upload/downloads/BAG_Lueften_Broschuere_Schulen_FR_Web.pdf)

Qu'est-ce qu'un air ambiant de qualité ? La teneur en CO<sub>2</sub> est mesurée en ppm (parts per million).

Pour assurer de bonnes conditions d'apprentissage, la quantité de CO<sub>2</sub> dans les salles de classe devrait en tout temps rester inférieure à 1400 ppm. Tout dépassement du seuil des 2000 ppm devrait être évité.

B. Exemple belge : *Qualité de l'AIR intérieur dans les écoles*

<http://environnement.sante.wallonie.be/files/document%20pdf/AD'AIR/AD'AIR%20Guides%20de%20bonnes%20pratiques.pdf>

« N'hésitez pas à installer dans les classes des détecteurs de CO<sub>2</sub> (excellent indicateur de la qualité de l'air) qui signalent quand le niveau de CO<sub>2</sub> devient trop élevé (par exemple, plus de 1000 ppm) et quand il est par conséquent nécessaire d'aérer.

C. Exemple au Québec : *Mesure du dioxyde de carbone dans les écoles du Québec*

[https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/covid-19/fiche-renseignement\\_mesure\\_dioxyde\\_carbone\\_ecole.pdf](https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/covid-19/fiche-renseignement_mesure_dioxyde_carbone_ecole.pdf)

- « Ce niveau de CO<sub>2</sub> est considéré comme un « élément auxiliaire du confort humain (odeur) » sans « être un risque pour la santé ». Toutefois, plusieurs études montrent que des concentrations anormalement élevées de CO<sub>2</sub> affectent significativement la concentration et la performance décisionnelle et, par conséquent, la performance scolaire. »