



# PROJET « AERONS »

## SYNTHESE DES ENSEIGNEMENTS

**Août 2021**

Dans le contexte de l'épidémie de COVID-19, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) recommande d'aérer les espaces clos à partir de 800 ppm (parties par million) de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur, pour s'assurer d'un bon renouvellement de l'air et ainsi limiter les risques de propagation aéroportée du virus.

La Ville de Paris, pour contribuer à la lutte contre la propagation du SARS-CoV-2 en milieu scolaire, a souhaité mettre en place un projet pilote consistant en l'installation de capteurs de CO<sub>2</sub> dans les établissements scolaires, en l'analyse des données collectées et en l'évaluation de l'impact de ces capteurs sur les changements de comportements (pratiques d'aération) des enseignants et personnel éducatif.

**Pour ce faire, la Ville de Paris a sollicité Airparif (l'Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air en Île-de-France) pour l'analyse des données issues des micro-capteurs. Deux chercheurs en psychologie sociale, Pauline Van Laere et Xavier Brisbois, ont eux été chargés de mener une étude comportementale.**

*Pour plus d'informations sur la méthodologie, l'analyse des données et l'étude comportementale, se référer au rapport de synthèse et à ses annexes.*

# Principaux enseignements

## 1. Niveaux de CO<sub>2</sub> dans les établissements scolaires

Les niveaux de CO<sub>2</sub> dans les salles (classes, dortoirs, salles du personnels) sont globalement situés entre 700 et 1600 ppm (50% des données). Il convient cependant de noter que 25% des données se situent à des niveaux bien au-delà du seuil recommandé de 800 ppm, entre 1600 et 3000 ppm. Les niveaux relevés sont plus faibles dans les réfectoires (50% des données situées entre 300 et 900 ppm), ce qui constitue une bonne nouvelle étant donné les risques accrus de contamination dans les lieux clos où les occupants ne portent pas le masque.

En ce qui concerne l'indice de confinement (indice ICONÉ adapté dans le cadre de cette étude), les crèches sont globalement plus confinées que les écoles et les collèges : 34% des salles équipées dans des crèches ont un indice de confinement supérieur ou égal à 3, contre 8% pour les écoles et 16% pour les collèges.

Concernant les paramètres de dépassement, une observation détaillée a permis une meilleure compréhension du phénomène de confinement :

- **Nombre et durée de dépassements** : les dépassements du seuil recommandé de 800 ppm sont fréquents et concernent la majorité des salles. Ainsi, environ 80% des salles ont enregistré au moins un dépassement un jour sur deux (50% des jours ouvrés), et environ 60% des salles ont connu des dépassements pour plus de 80% des jours. Concernant la durée des dépassements, elle est très variable, allant de quelques minutes à plusieurs heures pour certains établissements.
- **Temps de montée au-delà du seuil** : le temps de montée moyen des niveaux de CO<sub>2</sub> au-delà du seuil de 800 ppm est très variable selon les salles. La moyenne se situe autour de 40-50 minutes pour les crèches, et autour de 20-30 minutes pour les écoles et les collèges. A noter que pour les dortoirs, on observe des variations allant de 10 minutes à plus de 2 heures.
- **Vitesse du retour sous le seuil** : la vitesse de retour sous le seuil de 800 ppm est comprise entre 5 et 20 ppm/minute. Cela signifie qu'une aération de 10 minutes permet de perdre entre 50 et 200 ppm de CO<sub>2</sub>. Si l'aération a bien été effectuée au seuil recommandé de 800 ppm, une aération de 10 minutes peut donc permettre de redescendre les niveaux entre 750 et 600 ppm.
- **Baisse des niveaux sans retour sous le seuil** : pour la plupart des salles, la baisse des niveaux de CO<sub>2</sub> est généralement suffisante pour permettre de repasser sous le seuil de 800 ppm, ce qui indique a priori des pratiques d'aération efficaces. Cependant, certains cas ont été identifiés (en particulier dans des crèches) pour lesquels la baisse est insuffisante pour permettre un retour sous le seuil recommandé. Ceci peut s'expliquer par des pratiques d'aération inadéquates, mais aussi par une salle difficile à aérer (nombre d'ouvrants insuffisants, limiteurs d'ouverture), ou encore une forte dynamique d'entrée et de sortie des occupants de la salle.

## 2. Impact de la présence des capteurs sur les pratiques d'aération

L'analyse des données a permis d'identifier, dans certains cas, des différences entre les salles équipées de capteurs Test et les salles équipées de capteurs Contrôle. Cependant, étant donné l'échantillon de capteurs Contrôle très limité (seulement 26 au total), les enseignements tirés de cette analyse doivent être interprétés avec précaution.

- **Crèches** : le nombre de capteurs Contrôle (2) est trop faible pour tirer des conclusions sur l'impact différencié des capteurs Test et des capteurs Contrôle.

- **Ecoles** : on observe dans les écoles un niveau de confinement moins important dans les salles équipées de capteurs Test que dans celles équipées de capteurs Contrôle (34% des salles équipées de capteurs Test ont un indice de confinement supérieur ou égal à 2, contre 71% des salles équipées de capteurs Contrôle) (pour rappel dans les écoles, l'échantillon était constitué de 42 capteurs Test et de 7 capteurs Contrôle). Ces résultats pointent vers un vrai impact du capteur (avec affichage visible) sur les pratiques d'aération des enseignants et personnel éducatifs, et gagneraient à être consolidés en phase 2 avec un échantillon statistique plus significatif (en particulier pour les capteurs Contrôle).
- **Collèges** : En ce qui concerne les collèges, aucune différence nette n'émerge entre les salles équipées de capteurs Test et celles équipées de capteurs Contrôle, les indices de confinement étant globalement identiques dans les deux cas (pour rappel dans les collèges, l'échantillon était de 16 capteurs Test et de 9 capteurs Contrôle). Cette absence d'impact différencié entre les capteurs Test et les capteurs Contrôle pourrait être le signe d'une moindre appropriation du capteur par les enseignants, qui au collège changent fréquemment de salle, contrairement aux enseignants des écoles qui ont une salle attitrée et de ce fait pourraient avoir davantage intégré le capteur et l'information diffusée dans leurs pratiques d'aération, avec un impact positif sur les niveaux de CO<sub>2</sub>.

L'analyse des questionnaires dans le cadre de l'étude comportementale tend également à confirmer cet impact positif du capteur sur les pratiques d'aération. Ainsi, à la fin du projet, on note une légère augmentation de la fréquence perçue de l'aération (8,5 sur 10 en moyenne dans le questionnaire final contre 7,8/10 en moyenne dans le questionnaire initial).

Le capteur semble constituer une vraie aide à l'aération : à la fin du projet 68% des participants déclarent aérer dès que le voyant passe à l'orange (seuil de 800 ppm), et 78% dès que le voyant passe au rouge (seuil de 1000 ppm). Plus de la moitié des participants déclarent avoir changé leurs pratiques d'aération depuis l'installation du capteur, face au constat que le dépassement du seuil recommandé arrivait plus rapidement qu'ils ne l'auraient pensé, et que le temps nécessaire pour redescendre sous ce seuil avec l'aération était également plus long qu'ils ne l'imaginaient. Ainsi, la présence du capteur (avec affichage visible) a sans doute permis à de nombreux participants de remettre en cause leurs croyances « naïves » sur les niveaux de CO<sub>2</sub> dans leur salle, grâce aux observations directes permises par le capteur. La présence du capteur semble donc avoir effectivement permis d'influer sur les pratiques d'aération des participants, avec des aérations plus fréquentes mais aussi plus efficaces (par exemple en ouvrant simultanément plusieurs ouvrants pour créer un courant d'air).

Enfin, les participants dans leur grande majorité sont très satisfaits de la présence du capteur, qui est perçue comme une aide utile et non comme une contrainte. Ainsi 87% des participants indiquent en fin d'expérimentation souhaiter conserver le capteur, qu'ils jugent indispensable pour guider leurs pratiques d'aération. Cet attachement est un point à creuser, en particulier pour déterminer la période de présence du capteur (affichage visible) nécessaire pour entraîner des changements de comportements pérennes, même en face de nouveaux obstacles (nuisances sonores ou températures hivernales, par exemple). Ce point gagnerait à être approfondi en phase 2 (cf. infra).

### 3. Impact des paramètres d'influence sur les niveaux de CO<sub>2</sub>

L'analyse de l'impact de certains paramètres d'influence a permis de mettre en évidence dans certains cas un impact visible sur les niveaux de CO<sub>2</sub>.

- **Température extérieure** : Dans les crèches et dans les collèges, on observe une durée de dépassement du seuil de 800 ppm plus réduite à mesure que la température augmente (en particulier à partir de 25°C), ce qui peut s'expliquer par une plus grande facilité à aérer avec une météo estivale. Les résultats sont similaires pour les réfectoires (écoles et collèges). En revanche, les résultats sont moins nets pour les salles de classe des écoles, pour lesquelles des températures plus élevées n'ont pas d'effet visible sur les durées de dépassement. Ces résultats seront à consolider, avec plus de capteurs mais aussi une période de mesure plus longue pour plus de variabilité de température.
- **Présence d'une Centrale de Traitement de l'Air (CTA)** : La présence d'une Centrale de Traitement de l'Air (CTA) dans les crèches a un impact significatif sur les concentrations, avec des niveaux médians dans les salles de 1187 ppm sans CTA, et de 849 ppm avec CTA. Pour les dortoirs, cet impact est également visible, avec des niveaux médians de 1141 ppm sans CTA, et de 828 ppm avec CTA. En revanche, pour les salles du personnel, si l'effet est vrai pour la majorité des salles, cela n'est pas le cas pour une salle où malgré la présence d'une CTA les teneurs restent élevées (indice de confinement de 3).

#### 4. Propositions de recommandations aux enseignants et personnel éducatif

Afin de traduire en message clairs et facilement appropriables par tous les enseignants de l'analyse de données, les recommandations générales suivantes peuvent être proposées :

Par exemple pour un créneau de cours d'une heure :

- Aérer à l'arrivée des enfants ou pendant l'interclasse
- Aérer 30 minutes après l'arrivée des enfants
- Aérer à la fin du cours, jusqu'au début du cours suivant
- Chaque aération devant idéalement durer 10 minutes

Ces recommandations sont à adapter pour certains contextes particuliers, par exemple pour les dortoirs des crèches où les niveaux peuvent monter très rapidement au-delà du seuil recommandé (10 minutes).

*NB : le maintien des autres gestes barrières (port du masque, distanciation physique, lavage des mains et des surfaces) reste indispensable même avec de bonnes pratiques d'aération. En effet l'aération régulière des espaces clos permet de faire baisser le risque de transmission du virus par aérosols, mais elle ne l'annule pas et n'a pas d'impact sur les autres modes de transmission (par gouttelettes et par contact).*