



Association Nationale  
pour la Prévention  
et l'Amélioration  
de la Qualité de l'Air



**Les purificateurs d'air et les capteurs de CO2 installés dans les écoles du 9<sup>e</sup> arrondissement de Paris ont prouvé leur efficacité.**

**Étude menée par l'Association RESPIRE dans deux écoles du 9<sup>e</sup> entre février et avril 2021.**

***Étude rédigée par Olivier Blond, Directeur de RESPIRE  
en partenariat avec la Maire du 9<sup>e</sup>, Delphine Bürkli et en lien  
avec les fabricants Natéosanté et Pyrescom.***

**Les résultats de l'expérimentation menée dans les écoles du 9<sup>e</sup> arrondissement de Paris montrent l'efficacité des deux types de dispositifs installés par la mairie.**

**Les purificateurs – positionnés sur la puissance 1, la plus basse - permettent de diminuer de 20 à 30 % la pollution aux particules.**

**Les capteurs de CO2 contribuent à améliorer l'aération des classes. Ensemble, ils contribuent à améliorer la qualité de l'air que respirent les enfants et à lutter contre la propagation du Covid-19.**

## CONTEXTE

La qualité de l'air est préoccupante dans un grand nombre d'établissements. Selon les études de RESPIRE, la pollution dépasse les normes légales aux alentours de 467 établissements en Ile-de-France – 350 dans Paris.

Or, les enfants sont plus vulnérables que les adultes à la pollution de l'air. Leur système respiratoire et immunitaire n'est pas encore arrivé à maturité. Ils respirent proportionnellement plus que les adultes et ils sont plus petits et respirent plus près des pots d'échappement. Les conséquences sont multiples, mais incluent des troubles respiratoires : les crises d'asthme ont ainsi été multipliées par deux en quelques décennies. Elles amènent également un retard développemental pulmonaire et cognitif, pour ne citer que ces exemples<sup>1</sup>.

Trouver des solutions est donc essentiel. La première est de diminuer la pollution autour des établissements scolaires. Mais la situation progresse trop lentement et on ne peut pas attendre pour protéger les enfants. Il faut donc mettre en œuvre des solutions immédiates. Les purificateurs d'air et l'aération en font partie.

Les deux méthodes sont également utiles pour lutter contre le coronavirus – et les autres virus respiratoires. L'aération permet de renouveler l'air ; les purificateurs bloquent les particules sur lesquelles les virus se fixent pour se déplacer dans l'air.

---

<sup>1</sup> [https://www.unicef.fr/sites/default/files/atoms/files/unicef\\_pollutionair\\_web.pdf](https://www.unicef.fr/sites/default/files/atoms/files/unicef_pollutionair_web.pdf)

Précurseur, la mairie du 9<sup>e</sup> arrondissement a installé des purificateurs dans toutes les 150 classes des écoles maternelles et élémentaires publiques de l'arrondissement il y a presque deux ans. Elle a mené une campagne expérimentale pour vérifier l'efficacité du dispositif et a demandé à Respire de la conseiller dans ce dispositif et de l'aider à l'évaluer. Plusieurs salles ont donc été équipées de capteurs et la qualité de l'air mesurée pendant deux semaines de test.

## RÉSULTATS

### Pollution aux particules fines

Deux purificateurs d'air de marque NateoSanté sont installés dans chaque classe. Des mesures de concentration de particules ont été réalisées dans deux classes de maternelle. Ce sont les PM2.5, les particules dont la taille est inférieure à 2,5 micron, qui sont mesurées : elles sont considérées comme le bon indicateur de la toxicité potentielle de l'air. Les concentrations ont été mesurées sur des plages horaires d'une semaine avec et sans épurateur d'air :

Durant la semaine 1, la classe A n'avait pas d'épurateur d'air et la classe B avait un épurateur d'air allumé.

Durant la semaine 2, la classe A avait un épurateur d'air allumé - sur niveau 1 - et la classe B n'avait pas d'épurateur d'air.

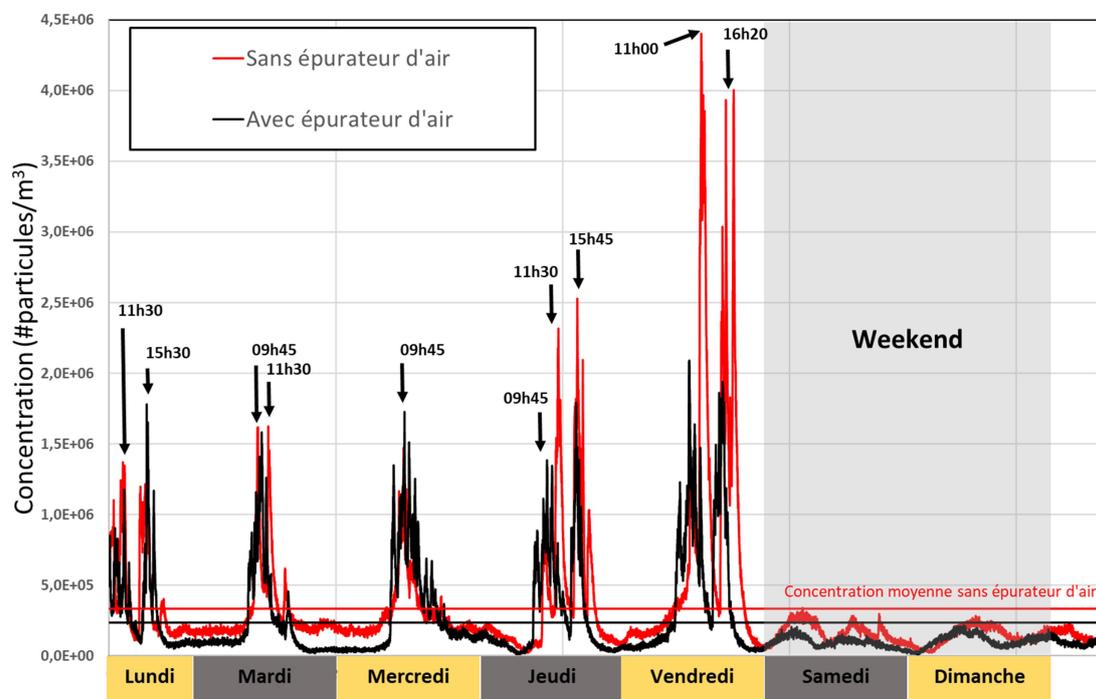
Le tableau 1 résume les concentrations moyennes et maximales mesurées lors de la semaine 1 et 2.

Epurateur d'air	Semaine 1		
	Sans	Avec	Différence
<b>Concentration moyenne mesurée (#particules/m<sup>3</sup>)</b>	45 000	36 600	- 18,6 %

*Tableau 1 : Synthèse des concentrations moyennes et maximales mesurées lors de la semaine 1 et 2*

Epurateur d'air	Semaine 2		
	Sans	Avec	Différence
<b>Concentration moyenne mesurée (#particules/m<sup>3</sup>)</b>	33 000	23 500	- 29,5%

Les concentrations en particules fines PM2.5 sont présentés sur la figure 1 (semaine 2).



Mesure des concentrations des particules fines pendant la semaine 2

Converties en masse, les concentrations de PM2.5 mesurées dans les salles de classe ne dépassent pas en moyenne  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les valeurs cibles recommandées en moyenne annuelle par le Haut Conseil de la Santé Publique ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2025) ne sont donc pas dépassées. Mais ils le sont lors des pics constatés tout au long de la journée<sup>2</sup>.

On observe également que les pics de pollution se déclenchent aux créneaux horaires correspondant aux périodes d'aération (qui doivent coïncider avec la récréation des enfants).

Trois hypothèses peuvent expliquer ce phénomène :

- L'aération remue les particules sédimentées au sol
- Les mouvements des enfants lors de la sortie de classe remuent les particules sédimentées au sol
- La concentration en particules fines à l'extérieur des bâtiments pénètre dans les salles

<sup>2</sup> <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=371>

## Concentration de CO2

Le CO2 n'est pas un gaz toxique à faible dose. Il est exhalé par les enfants et les enseignants lors de la respiration normale. Toutefois, lorsque sa concentration augmente, cela indique un manque de renouvellement de l'air dans une salle. Par ailleurs, des concentrations élevées de CO2 sont associées à une perte d'attention voire à une somnolence – ce qui est problématique dans une activité pédagogique. C'est pourquoi il est intéressant de surveiller sa concentration en classe.

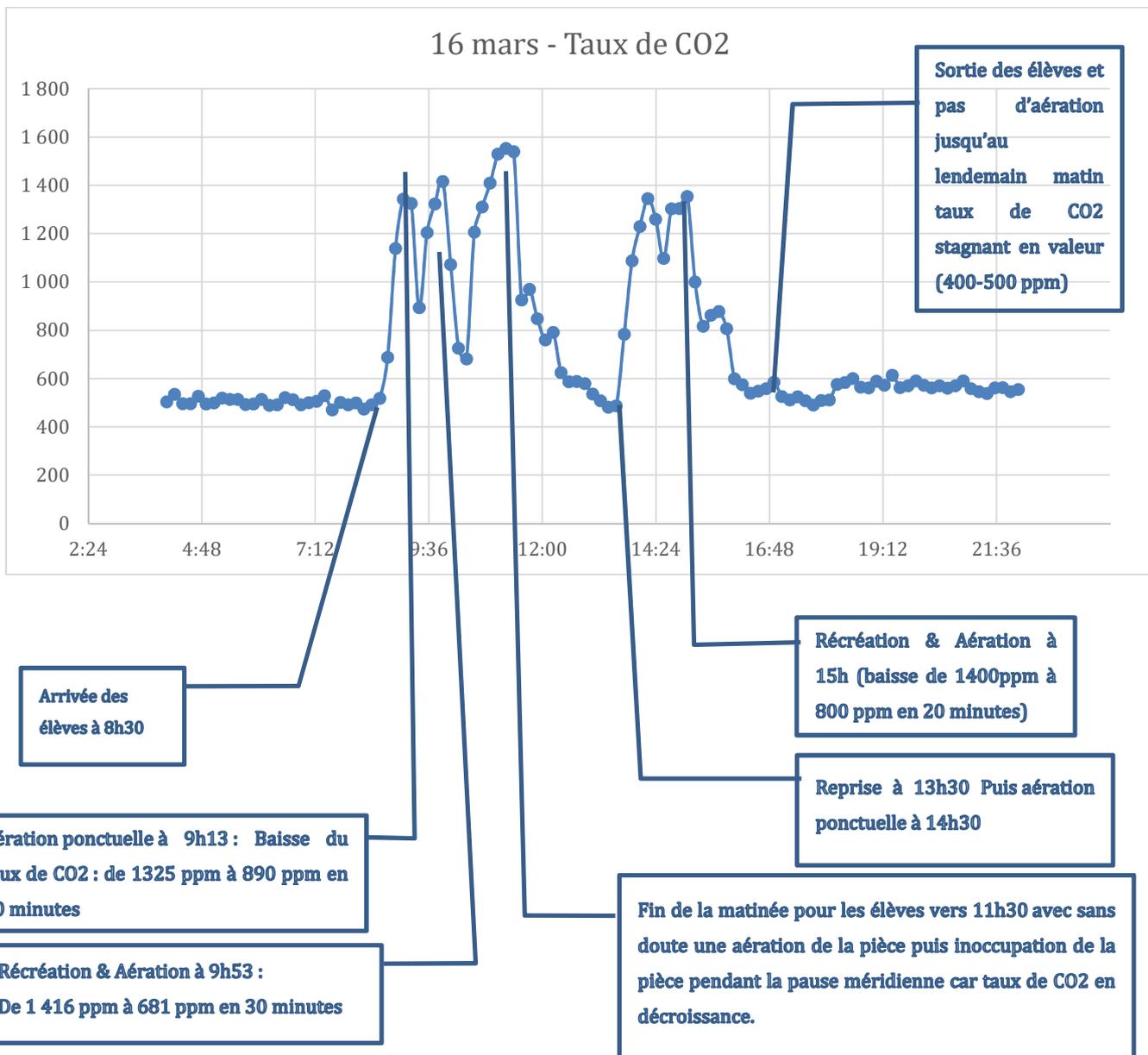
Les capteurs, assez fiables et peu coûteux, permettent de mesurer aisément la concentration de CO2. La mairie a installé des capteurs fournis par la société Pyrescom. Ces capteurs mesurent également la température et l'humidité.

Les mesures réalisées montrent que dans plusieurs classes, les taux de CO2 dépassent largement le seuil conseillé, à 1000 ppm (parties par million). Ils atteignent même dans certaines classes 3000 ppm.

Des capteurs de CO2 sont installés dans les salles de classe, près de l'entrée, à l'opposé des fenêtres. Quand la concentration de CO2 devient mauvaise, un petit voyant passe du vert à l'orange puis au rouge, signalant à l'enseignant qu'il faut aérer la pièce.

Les résultats varient d'une salle à l'autre : les pics sont plus ou moins marqués, en raison, probablement, de la position des salles dans l'établissement. Mais globalement, les résultats sont similaires : les niveaux de CO2 augmentent rapidement dès que les enfants arrivent dans la classe, et ils chutent, plus rapidement encore, lorsque les salles sont aérées, en général à la pause.

## Exemple d'une classe



## Covid et Qualité de l'air

L'amélioration de la qualité de l'air est un enjeu essentiel face au Covid-19.

En effet, le renouvellement de l'air a été identifié comme un élément essentiel de la lutte contre le virus en milieu intérieur ; il permet de diminuer considérablement la quantité de virus en circulation et donc le risque de contamination. Le CO2 est un bon marqueur de ce renouvellement : diminuer la concentration de CO2 est un moyen de s'assurer que les salles sont suffisamment aérées.

La lutte contre la pollution de l'air est également cruciale dans nos efforts face au virus. De nombreuses études montrent en effet que la pollution de l'air aggrave la Covid – et les maladies respiratoires en général. Les mécanismes sont doubles. D'une part, la pollution fragilise les voies respiratoires et favorise ainsi la contamination par le virus. D'autre part, il semblerait que les virus ne se propagent pas tout seuls dans l'air, mais qu'ils s'accrochent en quelque sorte sur les particules de pollution pour se déplacer. Un air de meilleure qualité est ainsi corrélé avec meilleure lutte contre la Covid.

Le ministre de l'éducation nationale, Jean-Michel Blanquer, encourage désormais les collectivités à installer des capteurs de CO2 et des purificateurs d'air « à chaque fois que cela est pertinent ». En effet, une étude récente réalisée en Auvergne-Rhône-Alpes par le laboratoire Virpath de l'INSERM U1111 - Centre International de recherche en infectiologie a montré que « les purificateurs d'air équipés de filtres hautes performances de type HEPA capturent plus de 99% des virus du Covid-19 ».<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> [https://lyonbiopole.com/wp/wp-content/uploads/2021/03/CP PurificateurAir\\_VirPathVirhealthLyonbiop%C3%B4leR%C3%A9gionAURA\\_1503.pdf](https://lyonbiopole.com/wp/wp-content/uploads/2021/03/CP PurificateurAir_VirPathVirhealthLyonbiop%C3%B4leR%C3%A9gionAURA_1503.pdf)

## CONCLUSION

Les mesures réalisées dans les salles de classe ont montré l'efficacité des dispositifs installés par la mairie. Les purificateurs, y compris positionnés à puissance minimale (niveau 1 pour des raisons phoniques) permettent une diminution de la concentration de particule de 20 à 30 %. L'aération des classes permet une diminution très forte de la concentration de CO<sub>2</sub>.

La situation varie fortement d'une classe à l'autre, en fonction de la topologie précise de la salle, de sa position dans l'établissement, et en particulier de la position des fenêtres dans la salle et ce sur quoi elles donnent (rue, cour, etc).

La concentration de CO<sub>2</sub> dépasse souvent le seuil recommandé de 1000 ppm (parties par million) si on n'aère pas la salle. Les concentrations moyennes de PM<sub>2.5</sub> restent modestes (autour de 8 µg/m<sup>3</sup>) et restent inférieures en moyenne aux recommandations du HFSP. Mais les tests ont été effectués alors que la pollution de l'air extérieur était relativement faible (de l'ordre de 15 µg/m<sup>3</sup>). Il est probable que l'efficacité des dispositifs soit plus élevée si la pollution extérieure est plus forte – et encore plus en cas de pic de pollution.

Les purificateurs ont été utilisés à puissance minimale. Cela permet de diminuer le bruit des appareils afin qu'ils ne causent pas de nuisance. Leur puissance pourrait être augmentée par les enseignants s'ils le souhaitent, par exemple dans le cas d'un pic de pollution.

L'efficacité du dispositif de purification est d'autant plus importante que le volume d'air est confiné. Donc plus on ouvre les fenêtres, moins il est efficace. Il y a donc un compromis à trouver entre ouverture d'air (renouvellement) et purification. Ce compromis doit être ajusté selon les situations.

En discutant avec les équipes, il apparaît que l'accompagnement de ces dispositifs joue un rôle essentiel dans leur efficacité. Si les enseignants et même les enfants comprennent bien l'enjeu, les bénéfices sont bien plus importants. Enfin, la surveillance de la qualité de l'air permet d'obtenir des informations complémentaires sur les classes. On peut ainsi identifier des classes surchauffées (24°C) pour adapter le chauffage.

Sur la base de cette étude et des études scientifiques disponibles, il nous semble que l'utilisation de purificateurs d'air et de capteurs de CO<sub>2</sub> devrait être étendue à de nombreux autres établissements. Les dispositifs doivent être adaptés à la situation particulière de chaque classe et l'implication des personnels est un facteur de l'efficacité des dispositifs, mais ils permettent à la fois de diminuer la pollution de l'air et de protéger de la COVID. De tels dispositifs pourraient même être déployés en dehors des établissements scolaires, mais dans tous les espaces intérieurs : bureaux et commerces, mais aussi établissements recevant du public, lieux culturels et sportifs...