

Réalisation de l'étude



Maître d'ouvrage



En partenariat avec



Avec le soutien de



Action des Collectivités
Territoriales pour
l'Efficacité Énergétique



ADUHME – SCOLAEé+ Evaluation de la qualité de l'air avant travaux de rénovation énergétique

Synthèse des résultats

Réalisation de l'étude

Cécile TREBUCHON

Mathilde MENOUD

CONTEXTE ET OBJECTIF

- ❑ Le dispositif SCOLAEé+, piloté par le Département et l'Aduhme a pour objectif d'accompagner des communes du Puy-de-Dôme dans la rénovation énergétique de leurs écoles.
- ❑ La réglementation concernant la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public impose des mesures de polluants après travaux de rénovation.
- ❑ L'Aduhme a souhaité réaliser des mesures également avant travaux afin d'évaluer l'impact de ceux-ci sur la qualité de l'air intérieur des écoles concernées.
- ❑ La finalité de l'étude est de comparer les mesures avant et après travaux de rénovation énergétique afin d'évaluer l'impact des travaux sur la qualité de l'air intérieur dans les écoles.
- ❑ Dans ce cadre ATMO AuRA a été chargé de mesurer la qualité de l'air intérieur dans 19 écoles du Puy-de-Dôme, bénéficiant du dispositif SCOLAEé+, avant travaux de rénovation énergétique.

VALEURS RÉGLEMENTAIRES : BENZÈNE ET FORMALDÉHYDE

- ❑ La réglementation concernant la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public (article R221-30 du code de l'environnement) impose des mesures de benzène, de formaldéhyde et du traceur du confinement de l'air, le dioxyde de carbone, après travaux de rénovation.

Benzène	Valeur	Durée de mesure	Cadre / Représentativité
Valeur guide de qualité de l'air intérieur (VGAI) 2012	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne sur 4,5 jours	Valeur réglementaire actuelle dans les ERP

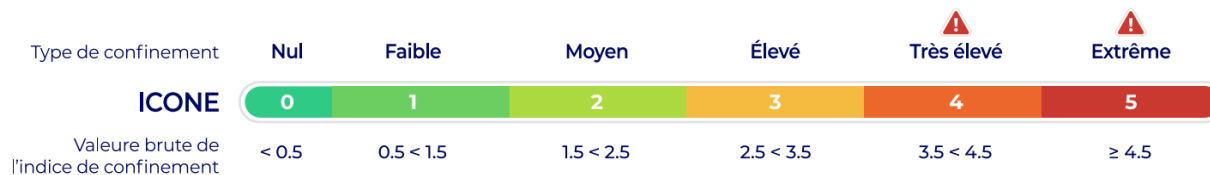
Pour le Benzène, la future VGAI pourrait s'aligner sur la VRAI (valeur repère pour l'air intérieur) actuelle, fixée à **6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** traduisant une harmonisation avec les valeurs sanitaires visant à limiter les risques cancérogènes.

Formaldéhyde	Valeur	Durée de mesure	Cadre / Représentativité
Valeur guide de qualité de l'air intérieur (VGAI)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne sur 4,5 jours	Valeur réglementaire dans les ERP

INDICES DE CONFINEMENT

L'**indice ICONE** (également appelé « **indice de confinement** ») reflète la qualité du renouvellement de l'air intérieur pendant l'occupation de la pièce. il indique si la pièce doit être ventilée ou non. Il est basé sur la concentration en **dioxyde de carbone (CO₂)** présent dans la pièce. Il est calculé à partir de la **fréquence et l'intensité** des valeurs élevées de CO₂ mesurées durant les **périodes d'occupation** et ce uniquement en **hiver**.

La valeur est comprise entre 0 et 5.



- Un score **de 0** correspond à un **confinement de l'air nul**, et constitue le cas le plus favorable pour une qualité de l'air sain dans un lieu clos.
- Les scores médians **1, 2 et 3** correspondent aux niveaux **Faible, Moyen et Élevé**.
- Les indices **ICONE 4 et 5** correspondent respectivement à un niveau de confinement **très élevé et extrême**.

En cas de confinement très élevé (ICONE 4) ou extrême (ICONE 5), il faut s'assurer que le taux d'occupation des pièces est respecté et que la ventilation est efficace (inspection du système ou aération fréquente si absence de ventilation). En cas de confinement extrême (ICONE 5), des investigations complémentaires doivent être menées et le préfet informé sous 15 jours après réception des résultats (dans le cas de mesures réglementaires).

CAMPAGNES DE MESURES ET PRÉLÈVEMENTS

- ❑ Mesures réalisées dans 19 écoles
- ❑ 5 Campagnes de mesure :
 - 3 semaines du 20 janvier au 7 février 2025
 - 2 semaines du 10 au 21 mars 2025

N° Campagne		Date pose	Date dépose
1	3 écoles	20/01/2025	24/01/2025
2	3 écoles	27/01/2025	31/01/2025
3	4 écoles	03/02/2025	07/02/2025
4	5 écoles	10/03/2025	14/03/2025
5	4 écoles	17/03/2025	21/03/2025

- ❑ Pour chaque école 1 prélèvement de 4,5 jours dans une classe :
 - Tubes passifs BTX/ALD : benzène et Formaldéhyde
 - Capteur Class'air : CO₂

Remarque : Pour chacune des écoles, le faible échantillonnage n'est pas représentatif de l'intégralité de l'établissement. Ces mesures ne sont pas réalisées dans le cadre d'une accréditation COFRAC.

ÉCOLE 1 (CLASSE PRIMAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,7 µg.m ⁻³	6,5 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 2 (CLASSE MATERNELLE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	2 µg.m ⁻³	12,5 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 3 (CLASSE PRIMAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,5 µg.m ⁻³	5,2 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2

Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 4 (CLASSE ELEMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,8 µg.m ⁻³	12,8 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 5 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,95 µg.m ⁻³	8,58 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 6 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,25 µg.m ⁻³	6,53 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 7 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,82 µg.m ⁻³	14,54 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 8 (CLASSE ELEMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,5 µg.m ⁻³	24,6 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2

Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 9 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,86 µg.m ⁻³	12,6 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 10 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

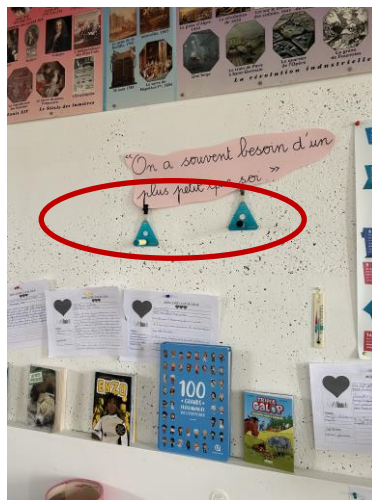
Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,3 µg.m ⁻³	9,41 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 11 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,4 µg.m ⁻³	15,8 µg.m ⁻³	5
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 12 (CLASSE MATERNELLE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,83 µg.m ⁻³	6,15 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours



ÉCOLE 13 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

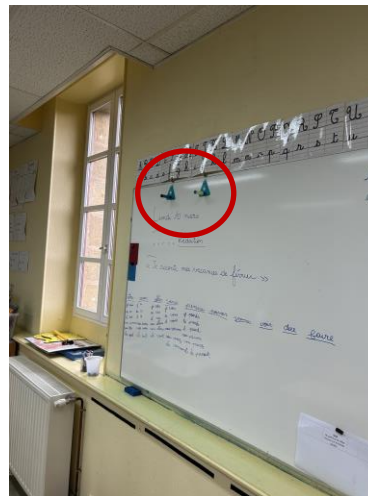
Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,69 µg.m ⁻³	7,08 µg.m ⁻³	2
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD

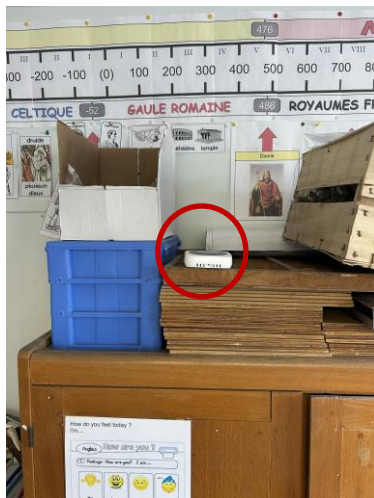


ÉCOLE 14 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,86 µg.m ⁻³	10,87 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 15 (CLASSE MATERNELLE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	0,8 µg.m ⁻³	10,1 µg.m ⁻³	1
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😊
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 16

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,03 µg.m ⁻³	12,35 µg.m ⁻³	3
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 17 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,4 µg.m ⁻³	15,8 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😞
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2






Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 18 (CLASSE MATERNELLE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1 µg.m ⁻³	13,5 µg.m ⁻³	4
Respect valeur réglementaire			
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

Capteur CO2



Prélèvements BTX ALD



ÉCOLE 19 (CLASSE ÉLÉMENTAIRE)

Résultats mesures

Capteur	Tubes passifs		Classair
Polluant	Benzène	Formaldéhyde	CO ₂
Valeurs mesurées	1,7 µg.m ⁻³	4,2 µg.m ⁻³	2
Respect valeur réglementaire	😊	😊	😊
Durée d'exposition du prélèvement	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours	1 x 4,5 jours

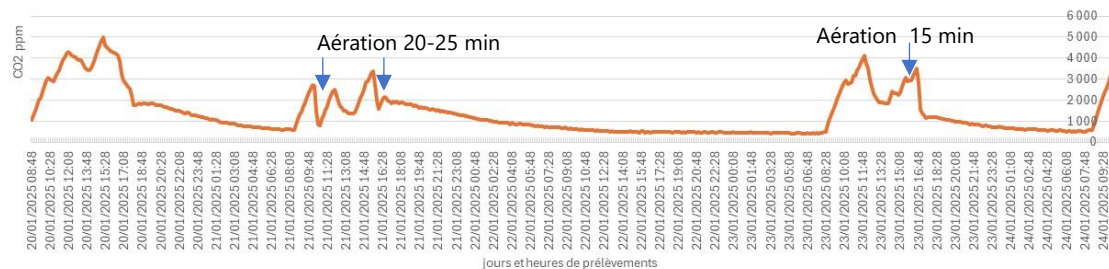
Prélèvements BTX ALD



Capteur CO2

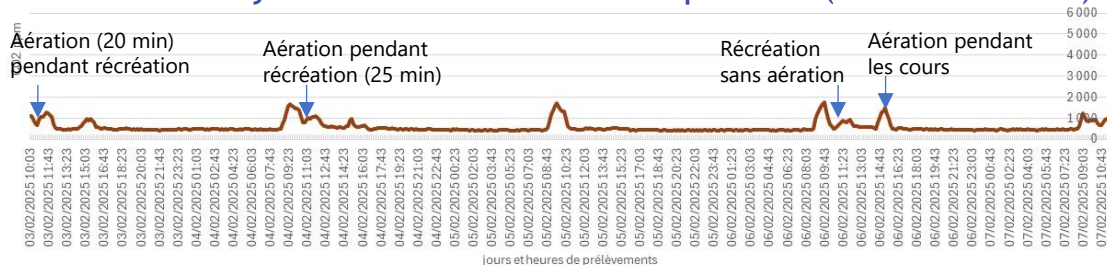
COMPARAISONS NIVEAUX DE CO₂ (INDICE DE CONFINEMENT) EFFECTIF ÉQUIVALENT (ENVIRON 20 ÉLÈVES)

Classe sans système de ventilation (Indice ICONE 5)



L'absence de ventilation mécanique contribue à des niveaux moyens de CO₂ élevés. L'aération réduit partiellement ces niveaux, mais reste insuffisante.

Classe avec système de ventilation simple flux (Indice ICONE 2)



La VMC réduit en moyenne les niveaux de CO₂. L'aération pendant la récréation permet de faire diminuer les niveaux de CO₂ < 1000ppm.

BILAN QUALITÉ DE L'AIR DANS LES SALLES DE CLASSE

- **Polluants réglementés :**

Benzène :

- Concentrations relevées : entre $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
→ Conformes aux valeurs réglementaires ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Formaldéhyde :

- Concentrations relevées : entre $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $24,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
→ Conformes aux valeurs réglementaires ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Indice de confinement (ICONE)**

- **74 % des classes** présentent un indice ICONE compris entre **élevé et très élevé (niveaux 3 à 4)**.
- **1 classe** présente un **indice faible (1)**
- **1 classe** atteint un **indice extrême (5)**
- **2 classes** présentent un **indice moyen (2)**