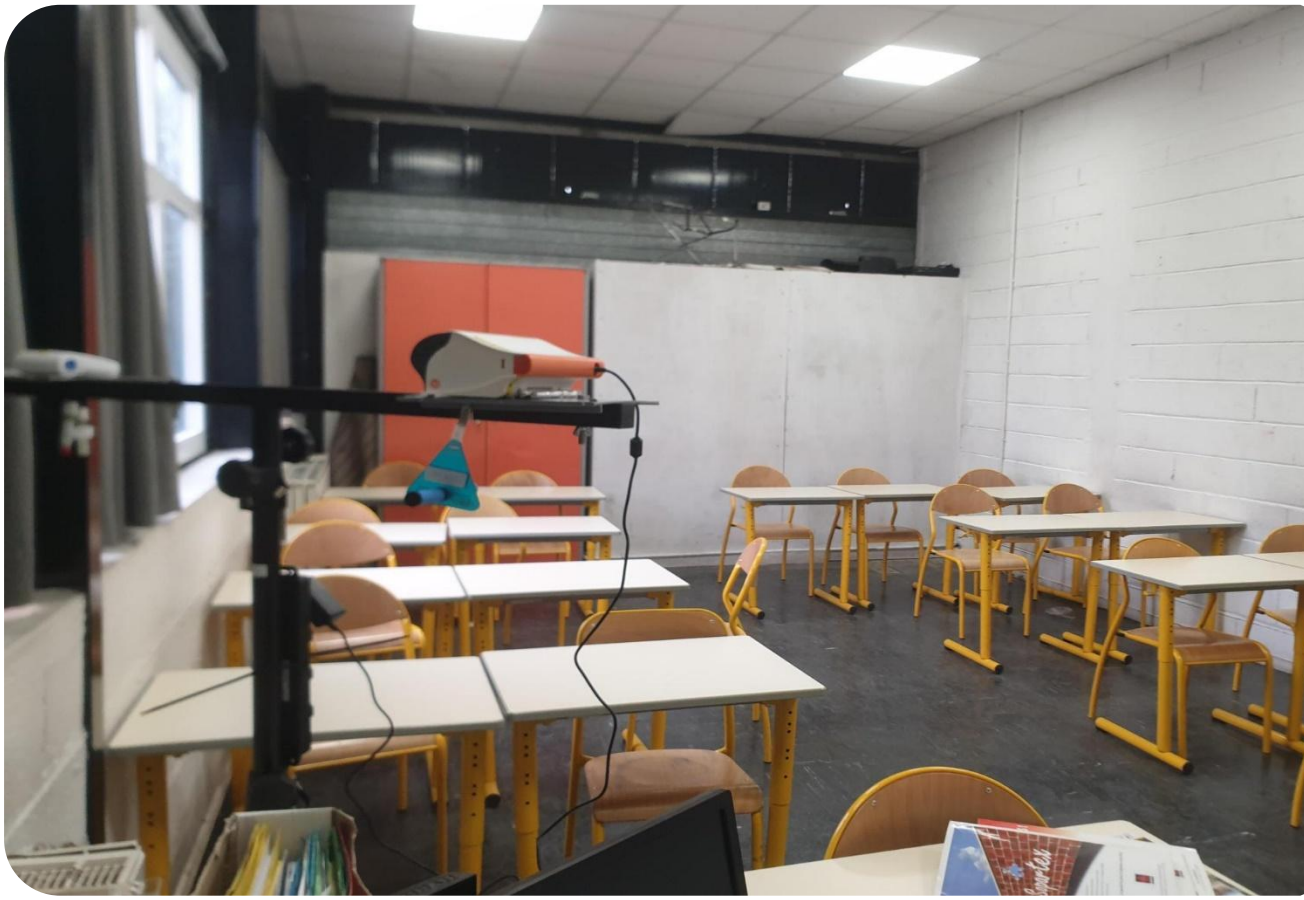
2025

Caractérisation de la qualité de l'air intérieur dans un lycée de la Région Grand Est



REF : 900633_Rapport_Lycée-anonyme_1_01072025

CONDITIONS DE DIFFUSION

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles sous licence ouverte
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur et les guides méthodologiques nationaux.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Aline LANGENFELD, Ingénieure d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires*
Relecture : *Agnès Bertrand, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires*
Approbation : *Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires*

Référence du modèle de rapport : SURV-FE-026

Référence du projet : 900633

Date de publication : 01/07/2025

ATMO GRAND EST
Espace Européen de l'Entreprise
5 rue de Madrid, 67300 Schiltigheim
Tél : 03 69 24 73 73
Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

INTRODUCTION **3**

DESCRIPTIF DU BATIMENT **4**

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE 4
2. CARACTERISTIQUES DU/DES BATIMENT(S) 4

DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE **4**

1. STRATEGIE DE MESURE 4
2. PERIODE DE MESURES 5

LA STRATEGIE DE COMPARAISON **5**

1. LES VALEURS DE REFERENCE 5
2. LES DONNEES COMPARATIVES 6

RESULTATS DE L'ÉTUDE **6**

1. LA TEMPERATURE ET L'HUMIDITE RELATIVE : 6
2. LE DIOXYDE DE CARBONE (INDICATEUR DU CONFINEMENT D'UNE PIECE) 7
3. LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (COV) 8
4. LES ALDEHYDES 11
5. LES PARTICULES FINES $PM_{2,5}$ 12
6. LE DIOXYDE D'AZOTE 13

CONCLUSION **15**

INTRODUCTION

La région Grand Est a lancé une démarche de développement durable intitulée **« Lycées en transition »**, comprenant plusieurs axes, dont le projet **« Respirons mieux au lycée »**. Dans ce cadre, ATMO Grand Est a été sollicitée en 2022 par la région Grand Est, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) du Grand Est ainsi que l'Agence Régionale de Santé (ARS) du Grand Est afin de mener des campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur dans des lycées, comme cela avait déjà été fait lors de la première édition en 2018-2019.

Un lycée s'était porté volontaire pour participer à ce projet. Deux campagnes de mesures ont ainsi été réalisées en 2022 : l'une en période hors chauffe et l'autre en période de chauffe.

Ces analyses ont révélé :

- **Des concentrations en benzène supérieures à la valeur guide réglementaire de 2 µg/m³** dans les pièces 1 et 2.
- **La présence de composés organiques volatils** (COV) liés aux activités exercées dans ces mêmes salles.
- **Une concentration en NO_2 dépassant la valeur guide de 20 µg/m³** dans la pièce 1.
- **Des dépassements ponctuels de la valeur d'action rapide de 50 µg/m³ en PM2,5** les pièces 1 et 2.

Face à ces constats, le lycée a décidé de mettre en place plusieurs actions pour améliorer la qualité de l'air intérieur, notamment dans les salles dédiées aux activités de mécanique et de carrosserie. Parmi ces mesures, figurent l'achat de cinq capteurs connectés CO_2, l'installation de dispositifs d'aspiration des fumées de gaz d'échappement à la source, la mise en place de turbines d'aspiration des poussières présentes dans l'air, l'acquisition de systèmes mobiles d'aspiration et de filtration des fumées de soudure et l'installation de dispositifs supplémentaires d'aspiration des gaz d'échappement.

Cette nouvelle campagne de mesures intervient après la mise en place de ces dispositifs afin d'évaluer leur efficacité.

DESCRIPTIF DU BATIMENT

1. Situation géographique

La campagne de mesure s'est déroulée dans un environnement urbain.

2. Caractéristiques du/des bâtiment(s)

Date de construction	Nature de la construction	Chauffage	Ventilation	Nature principale des revêtements dans les salles de classe
1979	Dur	Gaz	/	Dalles plastiques / panneaux plâtres / faux plafond

Tableau 1 : Caractéristiques du bâtiment

Les deux salles de classes sont situées dans la partie atelier de l'établissement. Une salle est attenante à l'atelier mécanique et l'autre salle de classe est attenante à l'atelier carrosserie.

DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

1. Stratégie de mesure

Le tableau ci-dessous précise les mesures effectuées pour chaque salle. Une description des techniques de mesure est disponible en ANNEXE 1.

Bâtiment	Niveau	Numéro de salle de classe	COV	ALD*	NO_2	$PM_{2,5}$**	T/HR	CO2
			Tubes passif	Tubes passif	Tubes passif	Capteur	Capteur	Capteur
Principal	Rez-de-chaussée	Pièce 1	X	X	X	X	X	X
		Pièce 2	X	X	X		X	X
Extérieur							X	

Tableau 2 : Stratégie de mesures

*ALD : aldéhydes
**$PM_{2,5}$: particules fines inférieures à 2,5 µm

Pièce 1 : salle de classe attenante à l'atelier mécanique

Pièce 2 : salle de classe attenante à l'atelier carrosserie

Les sources ainsi que les effets sur la santé des paramètres recherchés lors de cette campagne de mesure sont présentés en ANNEXE 2.

2. Période de mesures

La campagne de mesure a été réalisée en **2025**, du **17 au 24 janvier.**

LA STRATEGIE DE COMPARAISON

1. Les valeurs de référence

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de référence disponibles pour les paramètres recherchés, lorsque celles-ci existent :

Paramètre	Valeur de référence en air intérieur
Température	Ministère de la santé : Entre 18°C et 22°C INRS : Entre 21°C et 23°C l'hiver, entre 23°C et 26°C l'été (bureau)
Humidité relative	Ministère de la santé : Entre 40% et 60%
CO_2	Indice ICONE (ANNEXE 4) : < à 3 800 et 1500 ppm : seuil dans les établissements recevant du public (ERP)
Formaldéhyde	Valeur guide pour une exposition long terme[1] : 30 µg/m³ Valeur limite[2] : 100 µg/m³
Benzène	Valeur guide pour une exposition long terme : 2 µg/m³ Valeur limite : 10 µg/m³
Toluène	Valeur guide[3]: 20 000 µg/m³
(m+p)-xylènes et o-xylène	Valeur guide[4] : 200 µg/m³
$PM_{2,5}$	Valeur cible[5] : 10 µg/m³ Valeur d'action rapide : 50 µg/m³
PM_{10}	Valeur cible[6] : 15 µg/m³
NO_2	Valeur guide long terme[7] : 20 µg/m³

** ppm : parties par million*

Tableau 3 : Valeurs de référence existantes pour les paramètres recherchés

[1] *Haut Conseil de la Santé Publique : Valeurs repères d'aide à la gestion de la qualité de l'air intérieur : le formaldéhyde – 2 mai 2019*
[2] *Anses : Mise à jour de valeurs guides de qualité d'air intérieur : Le formaldéhyde – Avis de l'Anses – Rapport d'expertise collective – Février 2018 – Edition scientifique.*
[3] *https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2016SA0043Ra.pdf*
[4] *Koistinen K, Kotzias D, Kephalopoulos S et al. (2008). The INDEX project : executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. Allergy, 63:810-819.*
[5] Valeurs repères d'aide à la gestion dans des espaces clos : les particules, HSCP, juillet 2013
[6] Valeurs repères d'aide à la gestion dans des espaces clos : les particules, HSCP, juillet 2013
[7] *Anses (2013) Propositions de Valeurs Guides de qualité d'Air intérieur, Dioxyde d'azote (NO_2). Février 2013. Avis et rapport, 143 p.*

2. Les données comparatives

Les résultats de cette campagne ont été analysés en les comparant aux données issues de la campagne précédente effectuée dans les mêmes salles de classe en octobre 2022 (période de chauffe comparable à cette campagne). Cette comparaison permet d'évaluer les mesures par rapport aux moyens d'amélioration de la qualité de l'air intérieur mis en place.

Les données comparatives utilisées pour cette évaluation sont disponibles en ANNEXE 4.

RESULTATS DE L'ÉTUDE

1. La température et l'humidité relative :

Le confort hygrothermique (température et humidité relative) est subjectif et dépendant d'autres paramètres (vitesse de l'air, habillement…) mais il est possible de définir des plages jugées acceptables.

Les mesures ont été effectuée par le biais de Class'Air dans les pièces intérieures et d'une sonde Ebro en extérieur. Les statistiques ont été effectués sur la période d'occupation des pièces.

L'INRS[8] préconise une température s'élevant entre 18 et 20°C pour les salles de classe. La norme X35-203[8], recommande quant à elle une température s'élevant entre 20 et 22°C pour les salles de classe.

Si l'on prend en compte ces deux recommandations, voici les plages acceptables :

Pièce	Recommandations
Salle de classe	18 et 22°C

Tableau 4 : Valeurs de référence existantes pour la température

Pour l'humidité relative, la plage de confort est entre 30% et 70%. Une humidité trop faible (<30%) peut donner une sensation de sécheresse gênante sur les plan respiratoire, cutané et oculaire. **A l'inverse une humidité relative trop importante (>70%) peut favoriser le développement de moisissures.**

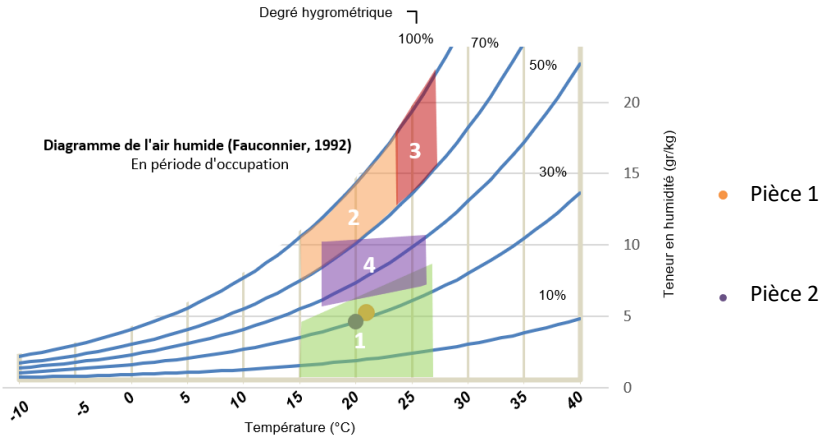
Sites	Température (°C)			Humidité relative (%)		
	Moyenne	Maximum	Minimum	**Moyenne**	Maximum	Minimum
Pièce 1	**21,5**	23,2	20,4	**33**	39	23
Pièce 2	**19,9**	21	18,7	**30**	38	23

Tableau 5 : Résultats pour la température et l'humidité relative

[8] https://batiscolaire.education.gouv.fr/sites/default/files/2022-04/notice-confort-thermique-avril-2022-pdf-38158.pdf

Les **humidités relatives** des pièces sont **faibles** ce qui était déjà le cas lors de la campagne en 2022. Une humidité trop faible peut engendrer une sensation de sécheresse gênante sur les plans respiratoires, cutanés et oculaires.

Les **températures relevées** sont quant à elles **adaptées aux salles de classes** (21,5°C et 19,9 °C).



1 : Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

2 et 3 : Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de micro-champignons.

3 : Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

Figure 1 : Diagramme de l'air humide

Les salles de classe se situent **en dehors des zones préconisées** en raison de taux d'**humidités relatives faibles** ce qui peut créer un certain inconfort. C'était déjà le cas lors de la campagne de mesure effectuée en période de chauffe en 2022.

2. Le dioxyde de carbone (indicateur du confinement d'une pièce)

Un indicateur du confinement est la mesure du dioxyde de carbone (CO_2). En effet, émis par la respiration des personnes présentes, son accumulation au sein de locaux traduit le manque de renouvellement de l'air.

La mesure du CO_2 a été effectuée par le biais de Class'Air dans toutes les pièces instrumentées.

Pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur dans certains ERP, un indice de confinement a été développé (décret 2022-1689 du 27 décembre 2022), voir ANNEXE 5.

Celui-ci est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux de CO_2 autour des valeurs seuils de 800 et 1500 ppm lors de l'occupation des locaux. Sur une échelle croissante de 5 niveaux, 0 correspond à un confinement 'nul', 1 'faible', 2 'moyen', 3 'élevé', 4 'très élevé' et 5 reflète un confinement 'extrême'.

Plus les concentrations en CO_2 dépassent la valeur de 1500 ppm et plus l'indice sera élevé.

Pièce	Valeur indice	Nature du confinement
Pièce 1	1	Faible
Pièce 2	0	Nul

Tableau 6 : Résultats pour les indices de confinement

A partir des plannings d'occupation des salles, les indices de confinement ont pu être calculés pendant la campagne. Les indices sont décrits par le tableau du guide du CSTB (ANNEXE 5). Les résultats font apparaitre :

- Des niveaux nuls à faibles ne nécessitant pas de messages de sensibilisation spécifiques.

Il est donc conseillé de continuer les bonnes pratiques mises en place au niveau de l'aération des salles.

Lors de la campagne de mesures en période de chauffe en 2022, les résultats de confinement étaient identiques.

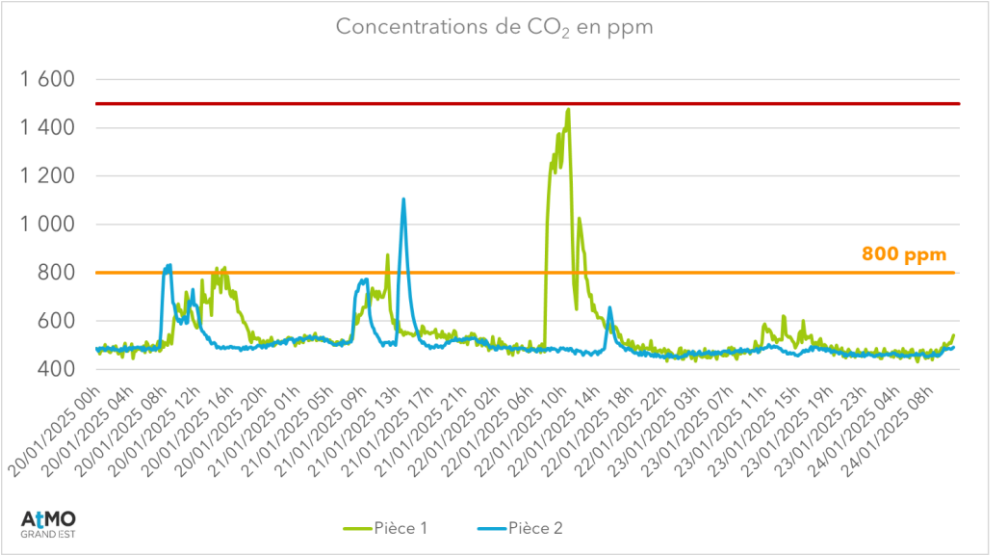


Figure 2 : Evolution de la concentration en CO_2 en fonction du temps

L'évolution de la concentration en CO_2 lors de la semaine de mesures sont présentées sur le graphique ci-dessus. Les niveaux seuils de 800 ppm et 1500 ppm y sont représentés.

Aucun dépassement du seuil de 1500 ppm n'a été constaté. Dans la pièce 2, la concentration maximale enregistrée a été de 833 ppm, le 20 janvier 2025 à 9h20, lorsque la pièce était occupée par 19 élèves. Dans la pièce 1, la valeur la plus élevée, 1476 ppm, a été relevée le 22 janvier 2025 à 11h, également en présence de 19 élèves.

3. Les composés organiques volatils (COV)

Les **Composés Organiques Volatils** regroupent une **multitude de familles chimiques** (aldéhydes, hydrocarbures, terpènes, éthers de glycol, alcool, composés chlorés…). **Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur, en lien avec la multiplicité des sources présentes.**

Dans **l'air intérieur,** les COV sont émis par les **produits de décoration et de construction, les produits d'entretien, les peintures à phase solvant, les colles, les vernis, le tabagisme, les désodorisants**… et peuvent être des polluants secondaires produits par réaction chimique. L'environnement extérieur (industries, chauffages, trafic routier…) peut également influencer les concentrations de certains COV (le benzène par exemple).

Au cours de la campagne, **les COV** (composés organiques volatils) **majoritaires** ont été recherchés dont le benzène. Le benzène est classé **cancérogène** avéré (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Il dispose de **valeurs guides réglementaires (VGAI)** établies par **décret (2011-1727) depuis 2016 à 2 µg/m³**. Il dispose également d'une valeur limite de 10 µg/m³. Au même titre que le formaldéhyde, ce polluant est intégré dans le cadre de la surveillance **réglementaire** dans **certains ERP (Etablissement Recevant du Public - décret 2011-1728).**

A noter que la comparaison des concentrations des COV entre les deux campagnes doit être envisagée avec prudence en raison du changement de laboratoire.

Les concentrations retrouvées en **benzène** sont **inférieures à la valeur limite fixée à 10 µg/m³**. Pour la pièce 1, la valeur mesurée en 2025 est bien supérieure à celle mesurée en 2022 (+90%). Pour la pièce 2, en prenant en compte les incertitudes de mesures (±30%), les valeurs sont sensiblement les mêmes. En prenant en compte l'unique période de mesure hivernale de 2025, les niveaux en benzène se révèlent supérieurs à la VGAI (fixée à 2 µg/m³), l'information étant à calculer en principe sur la base de deux campagnes (hivernale et estivale), elle est donnée ici à titre indicatif.

Pour la pièce 1, d'après les questionnaires des deux campagnes, elle avait été légèrement plus occupée lors de la campagne hivernale 2022 (26h20 contre 22h20 en 2025).

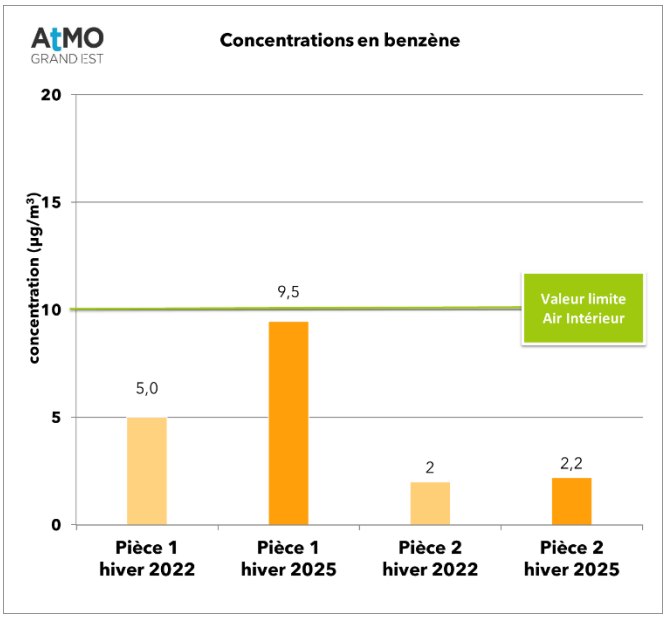


Figure 3 : Concentrations en benzène en fonction des pièces et des périodes de mesures

Concentrations en µg/m³	Pièce 1 2025	*Pièce 1 2022*	Pièce 2 2025	*Pièce 2 2022*
toluène	77,3	*45*	<10	*10*
m+p-xylène	60,4	*22*	<10	*13*
2-méthylpentane	51,4	*15*	<10	*<10*
n-heptane et isomères	28,5	*68*	11,6	*66*
3-méthylhexane	27,6	*/*	12,1	*/*
n-hexane et isomères	22,6	*11*	<10	*<10*
o-xylène	20,8	*<10*	<10	*<10*
2-méthylhexane	19,3	*/*	<10	*/*
1,2,4-triméthylbenzène et autres aromatiques C9	18,2	*28*	<10	*<10*
éthylbenzène	17,5	*<10*	<10	*<10*
3-méthylpentane	15,37	*<10*	<10	*<10*
2,2,4-triméthylpentane	11,7	*/*	<10	*/*
1-éthyl-3-méthylbenzène	10,9	*/*	<10	*/*

Les composés n'ayant pas de valeur (noté « / » dans le tableau) n'ont pas été mesurés lors de la campagne 2022.

Tableau 7 : Résultats des composés organiques volatils

Les composés présentés dans le tableau ci-dessus sont les composés dont la concentration est supérieure à 10 µg/m^3. Les résultats complets des COV par pièce sont présent en ANNEXE 6.

Sur les 48 composés analysés dans les 2 salles, il a été retrouvé des concentrations plus importantes dans la pièce 1 (somme des concentrations retrouvées égales à 496 µg/m^3) que dans la pièce 2 (somme des concentrations retrouvées égales à 132 µg/m^3). Cela était déjà le cas en 2022 avec l'analyse de 30 composés (somme des concentrations retrouvées égales à 364 µg/m^3) pour la pièce 1 et 235 µg/m^3 pour la pièce 2) mais avec un moins grand écart entre les 2 salles.

Les sources des composés retrouvés sont les suivantes :

- **Toluène :** il est présent dans les carburants, les gaz d'échappement, les solvants, peintures, vernis, colles.
- **Les xylènes :** ils sont présents dans les peintures, vernis, colles.
- **Les alcanes** (2-méthylpentane, n-heptane, 3-méthylhexane, n-hexane, 2-méthylhexane, 3-méthylpentane, 2,2,4-triméthylpentane, 1-éthyl-3-méthylbenzène) : Ils sont présents dans les solvants, peintures, vernis, cires, colles, nettoyants, produits d'entretiens…
- **1,2,4-triméthylbenzène** : il est un constituant de solvants pétroliers utilisés pour la formulation de diluants, peintures, vernis mais également un constituant de carburant.
- **Ethylbenzène** : il est lié au processus de combustion de matières organiques, à l'application de peintures, vernis, laques et à sa présence naturelle dans le pétrole brut.

Les composés organiques volatils (COV) détectés lors de cette campagne de mesure sont **liés**, pour la salle **pièce 1, aux activités de mécanique pratiquées dans la pièce de travaux pratiques à côté de la salle ainsi qu'au stockage de produits.** Pour la **pièce 2**, seul 2 composés sont supérieurs à 10 µg/m^3 (n-heptane et 3-méthylhexane) **liés également aux activités de carrosserie pratiquée dans la pièce de travaux pratiques à côté de la salle ainsi qu'au stockage de produits**.

La qualité de l'air intérieur dans la **pièce 1** semble s'être dégradée entre 2022 et 2025, avec une augmentation marquée des concentrations de COV, notamment des BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et un écart plus important avec la salle 2. Toutefois, il convient de prendre du recul sur cette comparaison, car **l'intensité réelle des activités** (par exemple le nombre de véhicules manipulés ou la nature des produits utilisés) **durant la semaine de mesure a pu varier** et **les analyses ont été réalisées par des laboratoires différents mais avec des méthodes d'analyse similaires**, rendant l'interprétation des évolutions plus complexe. Cela suggère malgré tout une **influence persistante des activités mécaniques et du stockage de produits** à proximité de la salle. Du carburant peut être stocké près de la salle 1 afin d'alimenter les véhicules ce qui expliquerait les concentrations retrouvées notamment en benzène, toluène ou encore éthylbenzène. Ce stockage est temporaire, il peut varier en fonction des semaines et existait déjà lors de la campagne de mesures de 2022.

Dans la **pièce 2**, les concentrations de COV apparaissent globalement **stables** entre 2022 et 2025. Là encore, la comparaison doit être nuancée en raison des **possibles différences dans l'intensité des activités de carrosserie durant la période de mesure** et du **changement de laboratoire**. Ces éléments rendent difficile une évaluation précise de l'évolution, mais indiquent une **pollution toujours liée aux activités pratiquées dans l'atelier.**

Des actions correctives sont à envisager, en priorité pour la pièce 1 (amélioration de la ventilation, réduction ou meilleure gestion des sources de pollution, stockage d'hydrocarbure à l'extérieur ou dans une pièce ventilée), sans négliger une surveillance de la pièce 2.

4. Les aldéhydes

Parmi l'ensemble des polluants, le **formaldéhyde** ainsi que le confinement et le benzène sont réglementés par le décret n° 2022-1690 du 27 décembre 2022 modifiant le 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.

Pour le formaldéhyde, la réglementation fixe les **valeurs limites** à ne pas dépasser dans un espace clos ainsi que les différentes valeurs guides d'exposition à long terme qui rentreront progressivement en vigueur à partir de 2013 (voir tableau ci-dessous).

La **valeur guide** pour l'air intérieur désigne un niveau de concentration de polluants de l'air intérieur, déterminé pour un espace donné à atteindre à long terme pour protéger la santé des personnes.

La **valeur limite** désigne la valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées afin d'identifier et de neutraliser les sources dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur repère.

Valeurs réglementaires	Concentration (µg/m³)
Valeur guide	30
Valeur limite	100

Pour pouvoir se référer à des valeurs guides long terme, il est recommandé d'effectuer deux séries de prélèvements, chacune dans des conditions climatiques contrastées, et en période d'occupation normale (exposition réelle des personnes). La moyenne des deux séries de prélèvements permet d'approcher un état annuel de la qualité de l'air en prenant en compte les variabilités temporelles des concentrations de polluants dans l'air.

Les résultats de la présente campagne de prélèvement sont représentatifs uniquement de la période couverte. Les résultats sont cependant mis à titre d'information en perspective avec les valeurs de référence existantes à ce jour.

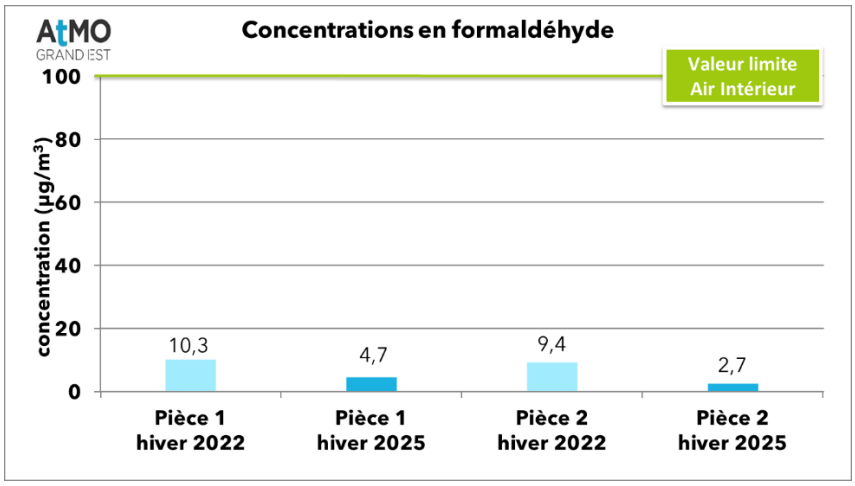


Figure 4 : Concentrations en formaldéhyde en fonction des pièces et des périodes de mesures

Concentrations en µg/m³	Pièce 1	Pièce 2	*Médiane campagne lycées**
Formaldéhyde	4,7	2,7	*8,4*
Acétaldéhyde	5,1	2,7	/
Hexaldéhyde	1,5	0,4	/
Propionaldéhyde	1,2	0,6	/
Butyraldéhyde	3,0	2,0	/
Benzaldéhyde	0,2	0,2	/
Valéraldéhyde	0,03	0,3	/

**Médiane de la campagne dans les lycées du Grand Est 2021-2022 réalisée par ATMO Grand Est*

Tableau 8 : Résultats des aldéhydes

- Les concentrations en **formaldéhyde** mesurées dans les salles 1 et 2 sont **inférieures à la valeur guide en air intérieur fixée à 30 µg/m³** (comparaison présentée à titre indicatif car une seule phase de mesure a été réalisée).
- Pour la pièce 1, la concentration passe de 10,3 µg/m³ en 2022 à 4,7 µg/m³ en 2025. Pour la pièce pièce 2, la concentration passe de 9,4 µg/m³ en 2022 à 2,7 µg/m³ en 2025. **Comparées aux valeurs obtenues lors de la campagne hiver 2022**, les concentrations sont en **nette baisse** que ce soit pour la salle 1 (-54%) ou pour la salle 2 (-71%).
- Les valeurs obtenues pour le reste des aldéhydes sont considérées comme faibles.

Les résultats montrent une **nette amélioration de la qualité de l'air intérieur** avec des **diminutions de concentrations en formaldéhyde** entre 2022 et 2025. Les diminutions observées sont probablement en lien avec la mise en place des différents dispositifs dans ces salles.

5. Les particules fines $PM_{2,5}$

Les particules fines sont émises par le **trafic routier**, l'**industrie** l'**agriculture**, les **combustions** (bois, charbon, fuel...) et certaines activités domestiques (**cuisson, tabagisme, appareil de chauffage**…).

Les effets sur la santé des particules sont **fonction du type de substances qu'elles contiennent** (allergènes, spores, composés chimiques...). Les PM2,5 (diamètre < 2,5 µm) sont susceptibles de pénétrer dans les voies respiratoires.

Le **HCSP** (Haut Conseil de la Santé Publique) propose des **valeurs guides indicatives** dégressives dans le temps :
2023 : $PM_{2,5}$: 12 µg/m³ ; PM_{10} : 18 µg/m³
A partir de 2025 : $PM_{2,5}$: 10 µg/m³ ; PM_{10} : 15 µg/m³

Ainsi qu'une valeur d'action rapide à 50 µg/m³.

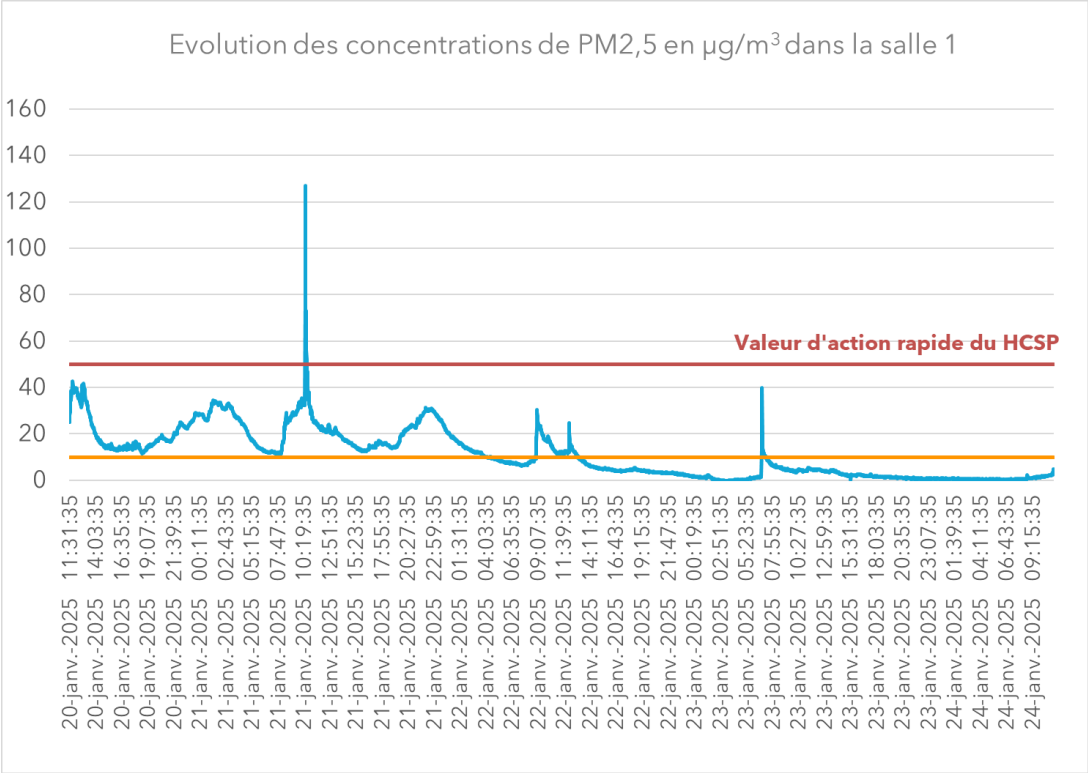


Figure 5 : Evolution de la concentration en PM2,5 en fonction du temps

En raison d'un problème technique, la salle 2 n'a pas pu être instrumentée.

Les statistiques ci-dessous sont relatives aux concentrations en $PM_{2,5}$ en µg/m³ relevées lors des plages horaires d'occupation de la salle.

	Campagne 2022			Campagne 2025		
Salle	Moyenne	Max	Min	**Moyenne**	Max	Min
Salle 1	**18,8**	59,9	10,1	**11,3**	127	0,1

Tableau 9 : Résultats des particules fines 2,5 µm

Les concentrations varient fortement le 20 et le 21 janvier 2025 avec notamment un pic dépassant la valeur d'action rapide du HCSP (21/01/25 à 10h30).

La moyenne de la campagne de 2025 est de 11,3 µg/m³. Cela est légèrement au-dessus de la valeur repère du HCSP à 10 µg/m³ depuis 2025.

La moyenne sur la semaine d'occupation est **inférieure de 40%** comparée à la semaine de mesures effectuée en 2022, ceci probablement en lien avec les dispositifs mis en place dans cette salle.

6. Le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote, NO_2, est formé par oxydation dans l'air du diazote N2, lui-même émis lors de la combustion de combustibles de tous types (gazole, essence, charbons, fiouls, gaz naturel…) : **trafic routier**, **installations de chauffage**, **centrales thermiques et usines d'incinération** (air ambiant) ; **cuisinières à gaz, chaudières, chauffe-eau**, mais également **tabagisme** (air intérieur).

L'**ANSES** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) propose une **valeur guide indicative** : 20 µg/m³ (2013).

Irritant pour les bronches, le NO_2 augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme, et favorise les infections pulmonaires.

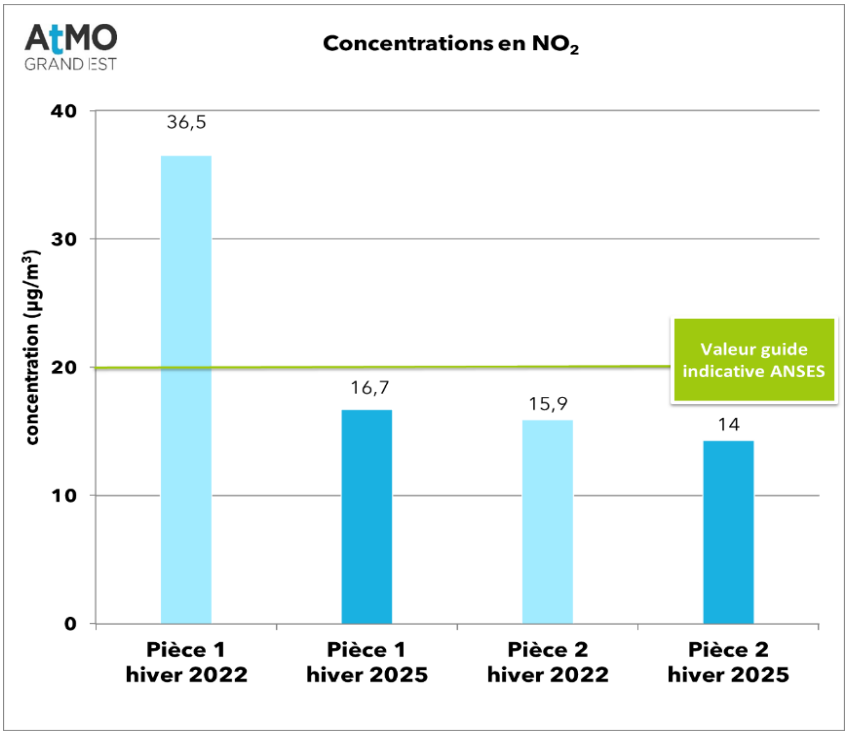
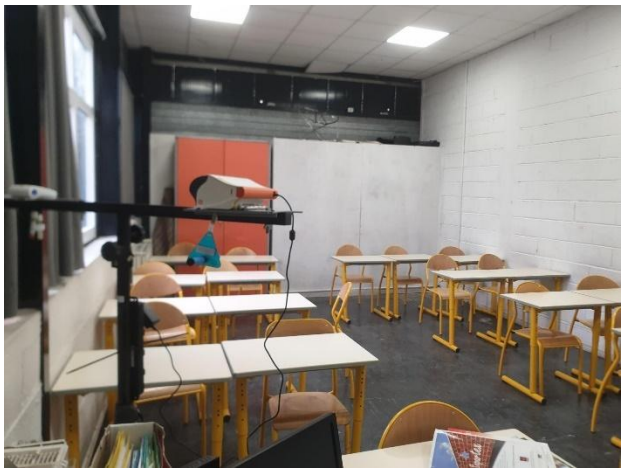


Figure 6 : Concentrations en dioxyde d'azote en fonction des pièces et des périodes de mesures

Les valeurs mesurées lors de l'hiver 2025 sont toutes inférieures à la valeur guide indicative de l'ANSES à 20 µg/m^3 ce qui n'était pas le cas pour la salle 1 lors de l'hiver 2022.

Les valeurs mesurées lors de la campagne 2025 sont inférieures à celles mesurées lors de la campagne 2022. Une nette diminution dans la salle 1 est observée (- 54%) mais également dans la salle 2 (- 12%).

Ces résultats traduisent une amélioration sensible de la qualité de l'air intérieur, notamment dans la salle 1, où les niveaux passent même sous la valeur guide. Les diminutions observées sont probablement en lien avec la mise en place des différents dispositifs d'extraction dans cette salle.



CONCLUSION

La réalisation des mesures de la qualité de l'air intérieur au sein de ce lycée a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Le positionnement dans la **zone de sécheresse** des salles de classe pouvant engendrer un inconfort des occupants, comme cela était le cas lors de la campagne en 2022.
- Un **confinement nul et faible** dans les salles de classe montrant une absence de confinement dans les pièces.
- Des concentrations en **benzène en hausse** par rapport à la précédente campagne (+90% pièce 1, +10% pièce 2), **supérieures à la valeur guide réglementaire de 2 µg/m³** (comparaison donnée à titre indicatif). Une **augmentation des concentrations en COV dans la salle 1** notamment les BTEX, liée aux activités pratiquées et/ou au stockage des produits. Des **concentrations stables en COV dans la salle 2**. *Les comparaisons des concentrations en benzène et en COV entre les deux campagnes doivent être interprétées avec prudence, en raison de possibles variations dans l'intensité des activités (nombre de véhicules manipulés, nature des produits utilisés…) et du changement de laboratoire d'analyse.*
- Des **concentrations inférieures à la valeur guide réglementaire de 30 µg/m³** en **formaldéhyde** (comparaison indicative car une seule campagne de mesures) et en **diminution** par rapport à la campagne hivernale de 2022.
- Une **forte diminution des particules fines** moyennes observées dans la salle 1 comparé aux valeurs de 2022 (-40%).
- Des valeurs en **NO_2 inférieures à la valeur guide indicative de l'ANSES à 20 µg/m³**. Une **nette baisse** des valeurs par rapport aux résultats obtenus lors de la campagne de mesure de 2022 (54% et 12% de diminution en fonction des salles) a été observée.

Depuis 2022, l'évolution de la qualité de l'air intérieur reflète des effets partiels des dispositifs d'amélioration mis en place, avec des résultats contrastés selon les paramètres mesurés. Si des progrès notables sont observés, comme la **forte baisse des concentrations en particules fines** (-40% en salle 1), la **réduction du formaldéhyde** et une **diminution marquée du NO_2**, certains composés présentent toujours des niveaux élevés. En particulier, **les concentrations en benzène et en COV qui semblent être en hausse dans la salle 1**, notamment les BTEX, en lien avec les activités de mécanique et le stockage de produits. En revanche, **les niveaux de COV dans la salle 2 semblent globalement stables**. Il est recommandé de **renforcer la ventilation**, de **mieux gérer le stockage des produits émissifs notamment d'hydrocarbures** et de **poursuivre la surveillance régulière** pour limiter l'exposition aux polluants tel que les COV.

ANNEXE 1 : Techniques de mesure

➢ La température, l'humidité relative et le dioxyde de carbone

La température et l'humidité relative ont été suivies en continu par des capteurs Class'Air (Figure 7) ou des sondes Ebro EBI 20-T-Ex (Figure 8) déployées dans les sites intérieurs et extérieurs.

Figure 8 : Sonde EBRO/EBI

Figure 7 : Capteur Class'Air

➢ Les tubes à diffusion passive

Le suivi des concentrations dans l'air a été effectué au moyen de tubes à diffusion passive pour les polluants gazeux suivants :

- ✓ Les composés organiques volatils dont le benzène ;
- ✓ Les aldéhydes dont le formaldéhyde ;
- ✓ Le NO_2.

Les tubes passifs de type « Radiello » permettant la mesure du benzène sont constitués de 2 tubes cylindriques concentriques (Figure 9) : un tube externe, le corps diffusif, fait office de filtre en arrêtant les poussières et un tube interne, la cartouche, contient le réactif spécifique au composé à absorber.

Pour le NO_2, les tubes de type « Passam » comprennent un seul élément cylindrique bouché à son extrémité (Figure 10).

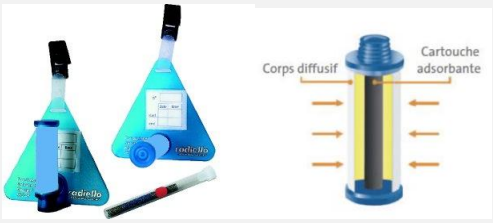


Figure 9 : Tubes passifs Radiello

Figure 10 : Tubes passifs Passam

La quantité de molécules piégées dans la cartouche est proportionnelle à leur concentration moyenne dans l'environnement durant l'exposition du tube.

Dans la pièce à investiguer, le tube passif est suspendu à l'horizontal pour une durée de 4,5 jours. Pendant le prélèvement, les polluants gazeux traversent le corps diffusif jusqu'à la zone de piégeage formée par la cartouche absorbante.

Après exposition, la cartouche est placée dans un tube en verre et envoyée à un laboratoire d'analyse. Les concentrations dans l'air moyennes des polluants sur l'ensemble de la période d'exposition (en µg/m^3) seront déterminées par analyse différée des échantillons en laboratoire :

- Le Laboratoire Interrégional de chimie **SYNAIRGIE** situé à Schiltigheim accrédité par le COFRAC (n° 1-2092) par chromatographie liquide haute performance (HPLC) avec détection par absorption pour les aldéhydes et par chromatographie en phase gazeuse (CPG) pour les COV ou BTEX.
- Le laboratoire **TERA Environnement** situé à Crolles pour l'analyse des COV par chromatographie en phase gazeuse couplé à un détecteur de spectrométrie de masse GCMS (NF EN ISO 16017-2).
- Le laboratoire Interrégional de chimie **LasAir** situé à Paris pour l'analyse du NO_2 par spectrophotométrie à 542 nm.

➢ La balise Fireflies

Figure 11 : Balise Fireflies

La station Fireflies®Q.E.I commercialisée par Azimut Monitoring est un boitier multicapteur de mesure des COV en continu. Les mesures effectuées par cette balise ne correspondent pas à une méthode de mesure normalisée, plus précise et spécifique, mais permettent de visualiser la dynamique des concentrations intérieures au cours d'une journée ou d'une semaine. Ceci permet la mise en évidence de liens éventuels entre les paramètres mesurés (non visibles avec les mesures habituelles) et par conséquent une meilleure gestion de la qualité de l'air en apportant des préconisations adaptées à la situation.

➢ Le pDR-1500

Figure 12 : pDR-1500

L'analyseur de poussières Thermo pDR-1500 est un néphélomètre qui permet un suivi indicatif en temps réel de la concentration massique des poussières en continu.

ANNEXE 2 : Sources et effets sur la santé des paramètres mesurés

De nombreuses études sur la qualité de l'air intérieur ont déjà été menées, et ce, dans différents lieux de vie : habitats, écoles, bureaux, etc. Elles ont toutes mis en évidence une **spécificité de la pollution de l'air intérieur**. En effet, en phase gazeuse, les composés chimiques présents sont principalement des **Composés Organiques Volatils** (COV) regroupant une multitude de substances de familles chimiques distinctes. Parmi ces substances, certains aldéhydes, dont le formaldéhyde majoritairement (quasi-systématiquement retrouvé), et certains hydrocarbures aromatiques comme le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, communément appelés BTEX, sont particulièrement significatifs. On y trouve également des COV appartenant aux terpènes, cétones, alcools, éthers de glycol, esters, etc.

Parmi ces COV, deux composés suscitent un intérêt particulier en raison de leurs effets sur la santé : **le formaldéhyde et le benzène**. Ces deux substances sont classées **cancérogènes avérées par le CIRC** (groupe 1). Les études épidémiologiques ont permis à l'ANSES d'établir des seuils sanitaires à ne pas dépasser sur le long terme pour prévenir des effets néfastes sur la santé. Ces seuils ont été repris par décret dans le cadre de la surveillance réglementaire de certains ERP (décret n°2022-1690 du 27 décembre 2022 modifiant le 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).

Ces substances chimiques peuvent être émises par de nombreuses sources, telles que les matériaux de construction et de décoration, les mobiliers, les produits d'entretien, les peintures, vernis, colles, revêtements de sols, et les appareils à combustion (voir ANNEXE 3 : Liste non exhaustive de polluants).

Les **rejets de NOx** ($NO+NO_2$) proviennent principalement de l'utilisation de combustibles fossiles (essence, gazole, fiouls, charbon, etc.). Tous les secteurs utilisateurs de combustibles sont concernés, en particulier le **transport routier**. Le NO_2 se forme par combinaison de l'azote (principalement atmosphérique) et de l'oxygène de l'air à hautes températures. Lors d'une combustion, l'azote de l'air s'oxyde en grande partie en NO puis progressivement en NO_2 à l'air libre.

Quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, production d'engrais azotés, etc.) et certaines activités non liées à la consommation d'énergie (agriculture) émettent des NOx. Dans l'environnement intérieur, les oxydes d'azote sont essentiellement émis par les **appareils fonctionnant au gaz**, comme les cuisinières à gaz, chaudières, chauffe-eaux, mais également par le tabagisme. Le NO_2 présent à l'extérieur peut également s'infiltrer au sein d'un bâtiment.

Un indicateur du **confinement** est la **mesure du dioxyde de carbone** (CO_2). En effet, émis par la respiration des personnes présentes, son accumulation au sein de locaux traduit le manque de renouvellement de l'air. Bien que le CO_2 ne présente pas d'effets notables sur la santé aux niveaux rencontrés, il peut être le signe d'un confinement élevé, pouvant engendrer une accumulation de substances polluantes. Les auteurs d'une étude[9] lient cette accumulation à une prévalence de symptômes respiratoires, tels que des inflammations, infections respiratoires, asthme, et, dans une salle de classe, à une gêne sur la concentration des enfants/élèves[10].

Les teneurs en polluants dans l'air intérieur dépendent de plusieurs facteurs complémentaires aux **émissions des matériaux de construction** et des **systèmes de chauffage** : sources d'**émissions extérieures**[11], activités humaines

[9] *Sundell J., Levin H., Nazaroff W. W., Cain W. S., Fisk W. J., Grimsrud D. T., Gyntelberg F., Li Y., Persily A. K., Pickering A. C., Samet J. M., Spengler J. D., Taylor S. T. and Weschler C. J., 2011. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature, Indoor Air, 21(3), 205-218.*

[10] *OQEI (2004). Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires, rapport. 98 p.*

[11] *CSTB, (2001) : Étude expérimentale des conditions de transfert de la pollution atmosphérique d'origine locale à l'intérieur des bâtiments d'habitation, Convention de recherche ADEME, Rapport final.*

(utilisation de produits et d'appareils domestiques, tabagisme[12], etc.), **réactions chimiques[13]**, température et humidité relative des locaux[14], et ventilation (mécanique et/ou naturelle)[15].

Les particules appelées **PM2.5** sont des particules dont le diamètre est de 2,5 microns (µm). Comme toutes les particules, elles sont constituées d'un **mélange de différents composés chimiques**. Elles sont émises principalement lors des phénomènes de **combustion** ou formées par des **réactions chimiques** à partir de gaz précurseurs présents dans l'atmosphère, mais également par des activités de meulage, ponçage, fraisage, etc. Les effets sur la santé des particules dépendent du type de substances qu'elles contiennent (allergènes, spores, composés chimiques, etc.). Les PM2,5 (diamètre < 2,5 µm) sont particulièrement susceptibles de pénétrer profondément dans les voies respiratoires, pouvant entraîner des effets néfastes tels que des troubles respiratoires, des inflammations chroniques, et des risques accrus d'affections pulmonaires et cardiovasculaires à long terme.

---

[12] Halios, C., Assimakopoulos, V., Helmis, C., Flocas, H : Investigating cigarette-smoke indoor pollution in a controlled environment. Science of The Total Environment, Vol 337, Issues 1–3, pages 183-190, 2005.

[13] Thèse de Mélanie Nicolas (2006) : Ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de décoration et de construction – CSTB.

[14] De Bellis, L ., Haghighat, F., Material Emission Rates : Litterature review and the impact of indoor air temperature and relative humidity. Buildings and environment, 1998, Vol. 33, No 5. pp. 261 -277.

[15] Poupard O., Blondeau P., Iordache V., Allard F. Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools. Atmospheric Environment, n° 39, p. 2071-2080, 2005.

ANNEXE 3 : Liste non exhaustive de polluants

Les aldéhydes

Les aldéhydes sont des composés organiques comportant une double liaison entre un atome de carbone et un atome d'oxygène, l'atome de carbone étant lié exclusivement à des atomes d'hydrogène ou de carbone

- **Formaldéhyde** : produits de construction et de décoration contenant des colles ou des liants urée-formol (panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut et aggloméré, parquets, laines minérales, moquettes, mobiliers, stratifiés…), peintures et colles en phase aqueuse, vernis, sources de combustion (fumée de tabac, encens, bougies, cheminées…), livres et magazines neufs, photocopieurs, imprimantes laser, produits d'entretien, désinfectants, vernis, colles, revêtements de sol ;
  Le formaldéhyde est également omniprésent dans l'industrie de la finition textile (utilisation de résines, traitements pour en augmenter la résistance, brillance, empêcher le rétrécissement, faciliter le lavage…).
  Le formaldéhyde peut également être formé par réaction chimique de l'ozone avec certains matériaux de construction et revêtements.

- **Acétaldéhyde** : photochimie, fumées de tabac, encens, bougies, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules ;
- **Benzaldéhyde** : peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité ;
- **Isovaléraldéhyde** : parquet traité, panneaux de particules ;
- **Propionaldéhyde** : fumée de cigarettes, plantes, désodorisants, désinfectant (lingettes, produits liquides, gel…), peinture à phase solvant, conservateur dans des produits de type peinture, bois…
- **Butyraldéhyde** : photocopieurs, imprimantes, laser, solvants.
- **Valéraldéhyde** : livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules.
- **Hexaldéhyde :** panneaux de particules, livres et magazines neufs, produits de traitement du bois, panneaux de bois brut, revêtements muraux comme la peinture à base de solvant, utilisation de produits ménagers, de parfums ou désodorisants d'intérieur…

Les BTEX

Le **benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes** regroupés sous le terme **BTEX** sont des hydrocarbures aromatiques gazeux composés d'un noyau aromatique et de ramifications, se formant naturellement lorsque des matières organiques (composées de carbone et d'hydrogène) sont exposées à des phénomènes de combustion ou de pyrolyse. Aussi, leurs principales sources d'émissions sont la **combustion de dérivés du pétrol**e (fioul, charbon, essence etc), **l'évaporation de carburant** (réservoirs automobiles, phases de stockage–transport–distribution), la **fumée de cigarettes**, la **combustion de biomasse** (bois pour le chauffage notamment). Mais chacun de ces composés peut être émis également par :

- **Benzène** : synthèse chimique d'hydrocarbures aromatiques substitués (éthylbenzène, phénol, cyclohexane…), produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration, fumée de cigarette, encens, bougies parfumées, désodorisant.
- **Toluène** : produits d'entretien, solvant organiques, peintures, vernis, colles, encres, colle de moquettes, désodorisants, tapis.
- **Éthylbenzène** : peintures, vernis, colles de moquettes, pesticides.
- **Xylènes** : peintures, vernis, colles, insecticides.

Autres hydrocarbures aromatiques :

- **Styrène** : matières plastiques, matériaux isolants.
- **1,2,4-triméthylbenzène et isomères** : intermédiaire de synthèse. Constituant de solvants pétroliers (white-spirit ordinaire, solvant naphta, solvants aromatiques, etc. …) utilisés pour la formulation de diluants, peintures, vernis, encres, pesticides. Constituants de carburants et de goudrons.

Alcanes :

Les alcanes sont des hydrocarbures constitués uniquement d'atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H), liés entre eux par des liaisons simples.

- **n-heptane et isomères** : solvant pour colles, encres, caoutchoucs et matières plastiques. Solvant d'extraction.
- **n-décane** : white spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant
- **n-undécane** : white-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyants pour sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant
- **Méthylcylcohexane** : un solvant des éthers de cellulose (les éthers de cellulose étant utilisés pour contrôler la viscosité d'un milieu, en tant qu'épaississants ou bien gélifiants par exemple dans l'industrie alimentaire, dans l'industrie pharmaceutique, dans les peintures, les colles ou encore les cosmétiques

Alcools :

Un alcool est un composé organique dont l'un des carbones est lié à un groupement hydroxyle (-OH).

- **Butanol** : solvant dans les industries des laques, peintures, vernis, encres et résines, solvant de nettoyage, produits dégraissants.
- **Phénol** : utilisé dans l'industrie des matières plastiques, pour la fabrication de plastifiants, d'adhésifs, de durcisseurs, de dissolvants, d'isolants.
- **2-éthylhexanol** : l'utilisation la plus répandue est la fabrication du diester bis(2-éthylhexyl) phtalate (DEHP), un plastifiant.

Acétates (esters) :

n-butyl acétate : solvant utilisé comme diluant pour peintures, encres d'imprimerie, colles, laques et vernis. Agent d'extraction dans l'industrie pharmaceutique. Solvant utilisé pour la fabrication de cuirs artificiels, plastiques, films photographiques. Arômes et parfums pour l'industrie alimentaire. Cosmétiques (dissolvant pour vernis à ongles...).

Ethers de glycols :

- **2-phénoxyéthanol** : solvant pour peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, colorants. Biocide pour produits ménagers et industriels.
- **2-butoxyéthanol** : Solvant dans l'industrie des peintures, vernis, encres d'imprimerie et dans l'industrie cosmétique. Constituant de produits divers : dégraissant. Produits d'entretien ménager et industriels. Produits utilisés dans l'industrie mécanique et métallurgique (lubrifiants, dégraissants…). Produits phytosanitaires : fongicides, herbicides. Produits de traitement des bois.

Terpènes :

- **α-pinène, limonène et autres terpènes** : désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien

ANNEXE 4 : Données comparatives

Résultats de la campagne réalisée en octobre 2022

- Résultats des paramètres de confort :

Pièce	Température (°C)			Humidité relative (%)		
	Moyenne	Maximum	Minimum	**Moyenne**	Maximum	Minimum
Pièce 1	20,8	23,4	13,5	32	44	21
Pièce 2	18,3	21,1	13,7	30	39	22

- Résultats des indices de confinement :

Pièce	Valeur indice	Nature du confinement
Pièce 1	1	Faible
Pièce 2	0	Nul

- Résultats pour le formaldéhyde :

Pièce	Concentration en µg/m³
Pièce 1	10,3
Pièce 2	9,4

- Résultats pour le benzène :

Pièce	Concentration en µg/m³
Pièce 1	5,0
Pièce 2	2,0

- Résultats pour le NO_2 :

Pièce	Concentration en µg/m³
Pièce 1	36,5
Pièce 2	15,9

ANNEXE 5 : Calcul de l'indice ICONE

Un indice de confinement, appelé ICONE (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles), a été développé en 2008 par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)16. Celui-ci est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux de CO_2 autour des valeurs seuils de 800 et 1500 ppm (en période d'occupation normale de la salle par les enfants).

Le niveau de confinement de la pièce est alors exprimé par une note sur une échelle de 0 à 5. La note 0 correspond au confinement nul (niveau de CO_2 toujours inférieur à 800 ppm), c'est la situation la plus favorable. La note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable (plus de 75% des valeurs de CO_2 sont supérieures à 1500 ppm pendant l'occupation).

ICONE	Nature du confinement	INFORMATIONS
0	Confinement nul	Néant
1	Confinement faible	
2	Confinement moyen	
3	Confinement élevé	
4	Confinement très élevé	**Message de sensibilisation destiné au maitre d'ouvrage** : Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation.
5	Confinement extrême	**Message de sensibilisation destiné au maitre d'ouvrage :** Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation. En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation. **Actions à mener par le maître d'ouvrage ou l'exploitant de l'établissement :** **Nécessité de mener toute expertise nécessaire pour identifier les causes du confinement extrême dans l'établissement.** **Actions à mener par l'organisme en charge de la réalisation des mesures sur site :** **Information au préfet du lieu d'implantation de l'établissement dans un délai de quinze jours après réception de l'ensemble des résultats d'analyse.**

[16] *CSTB (2012) - 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.*

ANNEXE 6 : Résultats des COV par pièce (concentrations en µg/m³)

Concentrations en µg/m³	Pièce 1	Pièce 2
Toluène	77,32	8,3
m+p-Xylène	60,4	5,3
2-Methylpentane	51,4	2
n-Heptane et isomères	28,5	11,6
3-Methyl-Hexane	27,6	12,1
n-Hexane et isomères	22,6	2,2
o-Xylène	20,8	2,3
2-Methyl-Hexane	19,3	9
1,2,4-Trimethyl-benzene et autres aromatiques C9	18,2	1,6
Ethylbenzène	17,5	1,7
3-Methylpentane	15,37	0,7
2,2,4-Trimethyl-Pentane	11,7	0,85
1-Ethyl-3-Methyl-Benzene	10,9	0,84
Methylcyclohexane	9,9	8,4
Benzène	9,46	2,2
n-Butyl acétate	8,4	6,3
1-Ethyl-2-Methyl-Benzene	6,2	0,82
n-Pentane et isomères	5,7	0,94
2-Methyl-Heptane	5,4	0,92
Styrène	5,2	5,1
2,3,3-Trimethyl-Pentane	5	0,74
2,3,4-Trimethyl-Pentane	4,8	0,37
1-Ethyl-4-Methyl-Benzene	4,7	0,43
Mesitylene	4,6	0,53
3-Methylene-Heptane	4,3	0,63
1,2,3-Trimethyl-benzene	3,8	0,47
Methyl-Cyclopentane	3,71	1,1
PGMEA	3,4	1,5

Concentrations en µg/m³	Pièce 1	Pièce 2
n-Octane et isomeres	3,2	0,51
3-Ethyl-Pentane	3	1,1
2,4-Dimethyl-Hexane	2,9	0,53
n-Nonane et isomeres	2,8	1,2
Propyl benzene	2,7	0,26
1,3-Dimethyl-cis-Cyclopentane	2,2	1,4
n-Decane et isomeres	2	2,9
Indane	1,5	0,15
Composé non identifié (type hydrocarbure C10-C11)	1,42	7,38
2-Methyl-Nonane	1,2	2,4
Composé non identifié (type Naphthalene, decahydro- trans/cis)	1,13	6,7
p-Cymene	1,1	0,48
Butyl-Cyclohexane	1	4,8
1-Methyl-2-propyl-Cyclohexane	0,94	4,4
2,6-Dimethyl-Octane	0,89	2,4
n-Undecane et isomeres	0,88	1,1
2-Methyl-trans-Decalin	0,33	2
3-Methyl-Decane	0,29	1,3
3,7-Dimethyl-Nonane	0,26	0,91
3-Ethoxy-, Ethyl ester Propanoic acid	0,24	0,93

AtMO GRAND EST

AIR • CLIMAT • ÉNERGIE • SANTÉ

NOTRE SIÈGE

5 rue de Madrid
67300 Schiltigheim
03 69 24 73 73
contact@atmo-grandest.eu

NOS AGENCES

à Metz
20 rue Pierre-Simon de Laplace
57070 Metz

à Nancy
20 allée de Longchamp
54600 Villers-lès-Nancy

à Reims
9 rue Marie-Marvingt
51100 Reims

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B