



## Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans quatre écoles à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange

Bilan 2021

## 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 à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- 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 : BERTRAND Agnès, chargée d'études  
Relecture : SCHNEIDER Christelle, ingénieure études  
Approbation : JENNESON Bérénice, Responsable Unité Surveillance et Etudes Réglementaires

Référence du modèle de rapport : PROJ-FE-017\_3 (basé sur COM-FE-001\_6)

Référence du projet : 00525

Référence du rapport : SURV-EN-614-1

Date de publication : 27/09/2021

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](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>1. DESCRIPTIF DU BATIMENT</b> .....	<b>6</b>
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
1.2. CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS.....	8
1.3. PIECES INVESTIGUEES .....	8
1.4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS ET MATÉRIAUX UTILISES.....	8
1.5. ACTIVITES DANS LES PIECES.....	9
<b>2. DESCRIPTION DES CAMPAGNES DE MESURE</b> .....	<b>9</b>
2.1. PARAMETRES SUIVIS .....	9
2.2. TECHNIQUES DE MESURE .....	10
2.2.1. Le dioxyde de carbone .....	10
2.2.2. Tubes à diffusion passive .....	10
2.3. STRATEGIE D’ECHANTILLONAGE .....	11
2.3.1. Stratégie d’échantillonnage spatiale .....	11
2.3.2. Stratégie d’échantillonnage temporelle .....	11
<b>3. STRATEGIE DE COMPARAISON</b> .....	<b>12</b>
3.1. VALEURS DE REFERENCE.....	12
3.1.1. Le dioxyde de carbone .....	12
3.1.2. Le benzène .....	12
3.2. DONNEES COMPARATIVES .....	13
<b>4. RESULTATS</b> .....	<b>17</b>
4.1. ANALYSE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES.....	17
4.1.1. Conditions météorologiques du 25 au 29 janvier 2021 .....	17
4.1.2. Conditions météorologiques du 3 au 7 mai 2021.....	18
4.1.3. Conditions météorologiques du 21 au 25 juin 2021.....	19

<b>4.2.</b>	<b>LE CONFINEMENT DES SALLES DE CLASSE .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.</b>	<b>LE BENZENE .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3.1.</b>	<b>Résultats des campagnes 2021 et comparaison à la valeur limite .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3.2.</b>	<b>Moyennes annuelles et comparaison aux valeurs guides .....</b>	<b>23</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>24</b>

## RÉSUMÉ

---

Dans le cadre d'un suivi des concentrations en benzène dans quatre écoles situées à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange, trois campagnes de mesure ont été réalisées à différents moments de l'année 2021 alors que la cokerie n'était plus en fonctionnement depuis mai 2020 : une première campagne du 25 au 29 janvier 2021, une seconde du 3 au 7 mai 2021 et une troisième du 21 au 25 juin 2021. L'étude de 2021 avait notamment pour objectif de confirmer les résultats en baisse observés lors des deux dernières campagnes de 2020 (réalisées après la fermeture de la cokerie).

Pour ce faire, les concentrations en benzène ainsi que les teneurs en CO<sub>2</sub> (indicateur du confinement) ont été mesurées.

Cette étude a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Aucun dépassement de la valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> et par conséquent de la valeur limite de 10 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène en air intérieur n'a été observé.
- Aucun dépassement de la valeur limite en air ambiant de 5 µg/m<sup>3</sup>.
- Des niveaux plus faibles que les années précédentes notamment lors du fonctionnement de la cokerie.
- Un renouvellement de l'air satisfaisant dans l'ensemble des écoles pour les 3 campagnes.

Les résultats confirment ainsi une diminution des concentrations en l'absence de sources d'émissions spécifiques à proximité.

## INTRODUCTION

---

Dans son Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2017-2021, ATMO Grand Est, association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique sur la Région Grand Est, décrit la mise en œuvre de la stratégie régionale de surveillance de la qualité de l'air intérieur.

Un des axes de cette stratégie vise notamment, pour l'air intérieur, à coupler l'évaluation des concentrations en air intérieur avec l'évaluation de l'origine des pollutions constatées.

Depuis juin 2013, en lien avec l'Agence Régionale de Santé, une surveillance du benzène et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est effectuée dans quatre écoles maternelles situées à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange. Elle permet notamment de comparer les valeurs mesurées dans les salles de classe aux différentes valeurs réglementaires pour l'air intérieur, aux valeurs habituellement rencontrées dans les écoles françaises et aux niveaux mesurés à l'extérieur des établissements. Les résultats obtenus depuis 2013, ont ainsi mis en évidence plusieurs dépassements de la valeur limite de 10 µg/m<sup>3</sup> dans certains établissements, en particulier lorsque les vents proviennent de la cokerie.

Pour l'année 2020, 3 campagnes de mesures à des saisons distinctes ont été réalisées au lieu de 4, en raison de la crise sanitaire provoquant la fermeture des écoles. Par ailleurs, la cokerie de Serémange-Erzange a été fermée définitivement le 6 mai 2020. Les deux campagnes de juin et d'octobre 2020 ont cependant été maintenues afin d'évaluer l'évolution des concentrations suite à l'arrêt de l'activité (rapport de campagne PROJ-EN-474\_Seremange 2020 vf).

Le suivi des établissements a été poursuivi en 2021 afin de valider les résultats en baisse observés après la fermeture de la cokerie.

Un état des lieux des bâtiments au regard de la qualité de l'air intérieur est tout d'abord exposé dans le rapport, suivi d'un descriptif de la stratégie adoptée pour les campagnes de mesures. Les différents outils réglementaires à disposition sont ensuite présentés puis utilisés pour l'interprétation des résultats obtenus lors des campagnes.

## 1. DESCRIPTIF DU BATIMENT

---

### 1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les quatre écoles maternelles ont été sélectionnées en raison de leur proximité géographique avec la cokerie de Serémange-Erzange.



Figure 1 : Carte des établissements retenus (source [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr))

Le tableau page suivante présente l'adresse de chaque établissement.

Tableau 1 : Adresses des établissements

Nom de l'établissement	Adresse de l'établissement	Photos
<p><b>Ecole maternelle Bouton d'or</b></p>	<p>Rue des Bons Enfants à FLORANGE</p>	
<p><b>Ecole maternelle du Centre</b></p>	<p>18, rue de Gargan à FLORANGE</p>	
<p><b>Ecole Maternelle Bosment</b></p>	<p>Rue Odette à FAMECK</p>	
<p><b>Ecole maternelle Marcel Pagnol</b></p>	<p>3, place François Mitterrand à SEREMANGE-ERZANGE</p>	

Les écoles Bouton d'Or, Bosment et Marcel Pagnol se situent à environ 1,1 km de la cokerie. L'école du Centre se trouve à environ 1,5 km.

## 1.2. CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS

Aucune école maternelle sélectionnée ne comporte d'étage. Le nombre de salles de classe et leur répartition au sein des différents bâtiments de chaque établissement sont précisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Salles de classe dans les différents établissements

Nom de l'établissement	Nombre total de salles de classe	Répartition des salles de classe
École maternelle Bouton d'Or	9	1 bâtiment divisé en deux pôles
École maternelle du Centre	3	2 salles de classe dans le bâtiment maternelle, 1 salle dans le bâtiment primaire
École Maternelle Bosment	2	1 bâtiment
École maternelle Marcel Pagnol	5	3 salles de classe dans un bâtiment 2 salles de classe dans le second bâtiment

## 1.3. PIECES INVESTIGUEES

L'ensemble des pièces investiguées dans le cadre de cette étude est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Nombre et identification des pièces investiguées par établissement

Nom de l'établissement	Nombre de pièce investiguées
École maternelle Bouton d'Or	<b>2 salles de classe</b> : pièces 1 et 2
École maternelle du Centre	<b>2 salles de classe</b> : pièce 1 (bâtiment maternelle) et pièce 2 (bâtiment primaire)
École Maternelle Bosment	<b>1 salle de classe</b> : pièce 1
École maternelle Marcel Pagnol	<b>2 salles de classes</b> : pièces 1 et 2

## 1.4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS ET MATÉRIAUX UTILISES

Les 4 établissements présentent des caractéristiques similaires en ce qui concerne les techniques de construction. Il s'agit de bâtiments en pierre et/ou en béton de construction classique. L'énergie utilisée pour leur chauffage est le gaz. Le détail des revêtements présents dans chaque pièce investiguée lors de la campagne est précisé dans le tableau ci-après :

Tableau 4 : Revêtements présents dans les différentes pièces

Nom de l'établissement	Pièces	Revêtement au sol	Revêtement aus murs
École maternelle Bouton d'Or	Pièces 1 et 2	Sol plastique collé	Toile de verre + Peinture
École maternelle du Centre	Pièces 1 et 2	Parquet	Peinture (été 2013)
École Maternelle Bosment	Pièce 1	Sol plastique collé	Toile de verre + Peinture
École maternelle Marcel Pagnol	Pièces 1 et 2	Sol plastique collé	Toile de verre + Peinture

Les meubles présents dans l'ensemble des pièces sont en bois aggloméré et en contreplaqué. Il n'y a pas eu de travaux ni d'introduction de mobiliers neufs au cours des années 2020 et 2021.

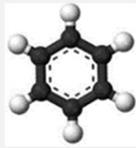
### 1.5. ACTIVITES DANS LES PIECES

Les activités recensées sont celles habituellement pratiquées dans les salles de classe : peinture (gouache et acrylique), travail sur table ou au sol. Utilisation pour les différentes activités d'encre, de feutre pour tableau blanc, etc. Globalement, l'aération a été réalisée de manière habituelle par ouverture des fenêtres/portes fenêtres notamment pour les deux dernières périodes de mesures.

## 2. DESCRIPTION DES CAMPAGNES DE MESURE

---

### 2.1. PARAMETRES SUIVIS



Le **benzène** est l'une des substances jugées prioritaires en air intérieur par la communauté scientifique en raison de son classement comme cancérigène avéré par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). Ce composé appartient à la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Ses sources en air intérieur sont principalement les carburants, la fumée de cigarette, les produits de bricolage, et certains produits de construction. À l'extérieur, le benzène est issu du chauffage au bois, des gaz de combustion des véhicules et de certaines activités industrielles.



Un indicateur du **confinement est la mesure du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**. 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<sub>2</sub> ne présente pas d'effet notable sur la santé aux niveaux rencontrés, il peut être le signe d'un confinement élevé pouvant engendrer une accumulation de substances polluantes que les auteurs d'une étude<sup>1</sup> lient 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<sup>2</sup>.

Les paramètres et polluants mesurés dans le cadre de cette étude sont :

- Le benzène
- Le dioxyde de carbone

---

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> OQAI (2004). Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires, rapport. 98 p.

## 2.2. TECHNIQUES DE MESURE

### 2.2.1. Le dioxyde de carbone



Figure 2 : Q-trak sonde 980

Les teneurs en **dioxyde de carbone** ont été mesurées avec un analyseur Q-Trak (sonde infrarouge non-dispersive 980), toutes les 10 minutes.

### 2.2.2. Tubes à diffusion passive

Le suivi des concentrations dans l'air a été effectué au moyen de tubes à diffusion passive pour le benzène.

Les tubes passifs de type « Radiello » permettant la mesure du benzène sont constitués de 2 tubes cylindriques concentriques (Figure 3) : 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.



Figure 3 : Tubes passifs Radiello

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 et ceci 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont déterminées par analyse différée des échantillons au 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 le formaldéhyde et par chromatographie en phase gazeuse (CPG).

## 2.3. STRATEGIE D'ECHANTILLONAGE

### 2.3.1. Stratégie d'échantillonnage spatiale

La stratégie d'échantillonnage spatiale pour le benzène a été établie en suivant les recommandations du « Guide d'application pour la surveillance du formaldéhyde et du benzène dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs : stratégie d'échantillonnage et positionnement des résultats ». Cette stratégie prend en compte le nombre de pièces par niveau et par bâtiment. Le tableau ci-dessous détaille les différentes pièces investiguées pour chaque établissement. Pour chaque établissement, une mesure extérieure a également été effectuée.

**Pour le benzène, l'ensemble des pièces présenté au niveau du tableau 3 a fait l'objet de mesures.**

Concernant la mesure du confinement, elle a été mise en œuvre dans une pièce par établissement :

*Tableau 5 : Nombre de pièces investiguées et nombre d'élèves par établissement pour le confinement*

Nom de l'établissement	Pièce investiguée	Nombre d'élèves
École maternelle Bouton d'Or	Pièce 2	24
École maternelle du Centre	Pièce 2	19
École Maternelle Bosment	Pièce 1	23
École maternelle Marcel Pagnol	Pièce 1	25

Pour la campagne de juin 2021, les effectifs ont été plus importants que l'année précédente.

### 2.3.2. Stratégie d'échantillonnage temporelle

Afin d'être représentatif des conditions moyennes sur l'année permettant ainsi une comparaison par rapport à des valeurs de référence long terme, et du fait des fluctuations notables de concentrations des polluants selon les saisons, quatre périodes de mesure sont prévues habituellement. Cependant au vu des premiers résultats obtenus, trois campagnes ont finalement été réalisées pour 2021 :

- 1<sup>ère</sup> campagne : du 25 au 29 janvier 2021,
- 2<sup>ème</sup> campagne : du 3 au 7 mai 2021,
- 3<sup>ème</sup> campagne : du 21 au 25 juin 2021.

Ces campagnes ont été effectuées alors que la cokerie n'était plus en fonctionnement.

### 3. STRATEGIE DE COMPARAISON

#### 3.1. VALEURS DE REFERENCE

##### 3.1.1. Le dioxyde de carbone

Le règlement sanitaire départemental indique de ne pas dépasser dans un espace clos 1 000 parties par million (ppm) de CO<sub>2</sub> avec une tolérance jusqu'à 1 300 ppm. On considère que le confinement est élevé à partir de 1700 ppm.

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)<sup>3</sup>. Celui-ci est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux de CO<sub>2</sub> autour des valeurs seuils de 1000 et 1700 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<sub>2</sub> toujours inférieur à 1000 ppm), c'est la situation la plus favorable. La note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable (niveau de CO<sub>2</sub> toujours supérieur à 1700 ppm pendant l'occupation).

Le **dioxyde de carbone** fait partie des substances à suivre lors de la phase hivernale des campagnes de surveillance dans les ERP. Les modalités de calcul précédemment énoncées figurent dans le décret 2012-14 modifié par le décret 2015-1926 du 30 décembre 2015.

##### 3.1.2. Le benzène

**En air intérieur**, la réglementation fixe la **valeur limite** à ne pas dépasser dans un espace clos pour le benzène ainsi que les différentes **valeurs guides d'exposition à long terme** qui sont rentrées progressivement en vigueur à partir de 2013. Ces valeurs sont basées sur celles initialement définies par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail) et le HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique), dont les **valeurs repères** servent également de référence.

- La **valeur limite** fixée à 10 µg/m<sup>3</sup> par le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012<sup>4</sup> désigne la valeur pour laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et pour laquelle le préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement doit être informé. Par ailleurs, le décret indique que les résultats obtenus **à chaque période et dans chaque pièce** sont à comparer à la valeur limite.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> 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.

Selon le HCSP<sup>5</sup>, « des concentrations intérieures en benzène supérieures à 10 µg/m<sup>3</sup> correspondent à un excès de risque de leucémie de 6.10<sup>-5</sup> pour une exposition au long cours sur la vie entière. Il s’agit d’un niveau de risque six fois plus élevé que la valeur cible à atteindre en 2015 qui n’est pas acceptable pour une exposition continue ».

- Les **valeurs guides pour l’air intérieur** fixées par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011<sup>6</sup> et reprises de ce fait dans l’article R. 221-29 du Code de l’Environnement, désignent un niveau de concentration de polluants de l’air intérieur fixé, déterminé pour un espace clos donné, dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné pour une exposition à long terme.

Elles sont fondées exclusivement sur des critères sanitaires, à l’exclusion des critères de faisabilité économique et de toute considération métrologique et sont issues des travaux de l’ANSES. La moyenne des concentrations mesurées sur deux périodes de mesures en saisons contrastées est comparée aux valeurs guides.

- En complément de l’expertise de l’ANSES et dans une optique d’aide à la gestion, le HCSP a publié des valeurs dites « de gestion », les **valeurs repères**, prenant en compte ces critères sanitaires tout en les mettant en perspective avec les concentrations techniquement atteignables actuellement. Le HCSP a publié ses recommandations pour le benzène en juin 2010<sup>10</sup>. La moyenne des concentrations mesurées sur deux périodes de mesures en saison contrastée est comparée à la valeur repère. Il est précisé que « Dans les cas exceptionnels où la teneur extérieure serait supérieure à 5 µg/m<sup>3</sup>, la valeur repère dans les espaces clos ne peut pas, en général, être respectée ; on veillera alors à diminuer les teneurs intérieures en benzène à un niveau aussi bas que le permet cette concentration extérieure ».

Le tableau ci-après synthétise l’ensemble des valeurs réglementaires en vigueur pour ce polluant.

Tableau 6 : Valeurs de références pour le benzène en air intérieur

Valeur guide pour une exposition long terme		Valeur repère 2019	Valeur limite
<b>2 µg/m<sup>3</sup></b> depuis le 1er janvier 2016	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b> ancienne valeur jusqu’au 1 <sup>er</sup> janvier 2016	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b>

**Pour l’air ambiant**, la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l’air ambiant et un air pur pour l’Europe fournit le cadre à la législation sur la qualité de l’air. Ces valeurs réglementaires sont reprises dans l’article R221-1 du code de l’environnement (décret 2010-1250 du 21/10/2010 qui a transposé en droit français la Directive 2008/50/CE). La valeur limite est fixée à 5 µg/m<sup>3</sup>.

### 3.2. DONNEES COMPARATIVES

Des mesures ont été réalisées au niveau national dans des ERP de type écoles (2013-2017 - multiparamètres) et écoles et crèches (2009-2011 – uniquement formaldéhyde, benzène et confinement).

<sup>5</sup> HCSP: Valeurs repères d’aide à la gestion dans l’air des espaces clos : Le benzène, juin 2010 .

<sup>6</sup> Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l’air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène

## Campagne nationale écoles de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2013-2017)

L'OQAI a engagé en 2013 une campagne nationale de mesure d'un grand nombre d'indicateurs de qualité de l'air et de confort dans un échantillon représentatif des écoles maternelles et élémentaires en France (301 écoles enquêtées). Son objectif était de faire un état des lieux de la pollution dans l'air intérieur et des poussières des salles de classe et de décrire les conditions de confort.

Deux salles de classe tirées au sort par école ont été instrumentées pendant une semaine de cours, du lundi au vendredi. Des prélèvements d'air et de poussière déposée au sol ont été effectués pour mesurer des substances émises notamment par le mobilier scolaire, les revêtements, les produits d'activités, les produits d'entretien ou provenant de l'environnement extérieur.

Parmi les écoles, 50 % se situent en territoire rural, 30 % en milieu périurbain et 20 % en milieu urbain.

Les résultats sont présentés dans les figures suivantes :

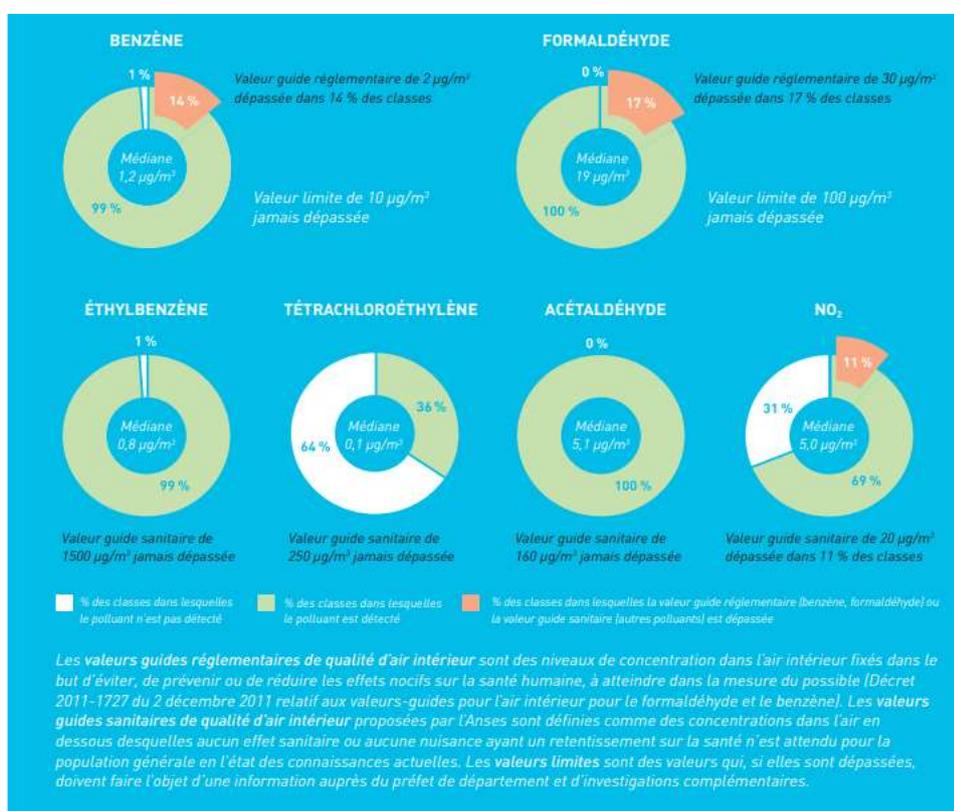


Figure 4 : Fréquence de détection et pourcentages de dépassement des valeurs de référence pour les polluants qui en disposent (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

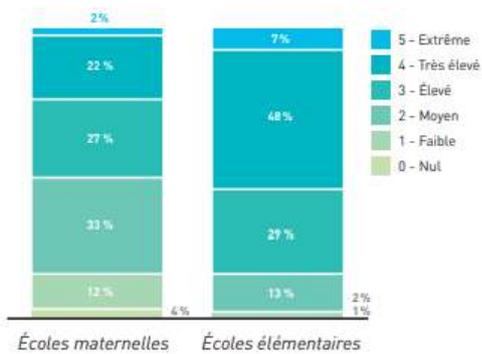


Figure 5 : Fréquence des indices ICONE les plus élevés par établissement (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

Valeur de l'indice ICONE la plus élevée par établissement

5 % des écoles ont au moins une salle de classe présentant un confinement extrême, à savoir un indice ICONE de 5, valeur pour laquelle des investigations complémentaires doivent être menées selon la réglementation en vigueur. 36 % des écoles ont au moins une salle de classe présentant un confinement très élevé. Les proportions selon le type d'écoles sont présentées sur la figure ci-dessus.

### État des lieux de la qualité de l'air dans des écoles (maternelles/élémentaires) et crèches (2009-2011)

Une campagne pilote nationale de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises a été lancée en 2009 par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) sur une période de 2 ans.

Au total, 320 établissements répartis sur l'ensemble du territoire ont été concernés, durant une semaine d'enseignement, à raison de deux saisons (été et hiver). Lors de cette campagne, deux polluants prioritaires ont été mesurés le formaldéhyde et le benzène. En complément, des mesures sur le confinement, déterminé notamment à partir du taux de concentration en CO<sub>2</sub>, ont été réalisées. Des audits techniques des bâtiments ont complété ce suivi des indicateurs de qualité de l'air intérieur.

La répartition précise entre établissements ruraux, périurbains et urbains n'est pas connue précisément pour cette étude, mais la proportion d'établissements ruraux est moins élevée que pour l'étude de 2013-2017. La répartition des concentrations en benzène était la suivante :

**Données nationales BENZENE (BE) :**

BE (µg/m <sup>3</sup> )	Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de l'ETABLISSEMENT		Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de chaque PIECE	
0 à ≤ 2	42,6%	42,6%	35,7%	35,7%
2 à ≤ 5	56,1%	57,4%	63,3%	64,2%
5 à ≤ 10	1,3%		0,9%	
> 10	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%

Figure 6 : Répartition des concentrations en benzène par classes de concentrations en moyennes annuelles tous établissements confondus lors de la campagne nationale pilote écoles et crèches

Icône	CONFINEMENT AU NIVEAU DES PIÈCES							
	GLOBAL		CRECHES		MATERNELLES		ELEMENTAIRES	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
0	124	13.8%	46	24.6%	37	16.8%	41	8.4%
1	141	15.7%	57	30.5%	51	23.2%	33	6.7%
2	195	21.8%	42	22.5%	67	30.5%	86	17.6%
3	237	26.5%	32	17.1%	43	19.5%	162	33.1%
4	179	20.0%	5	2.7%	20	9.1%	154	31.5%
5	8	0.9%	1	0.5%	0	0.0%	7	1.4%
INV*	12	1.3%	4	2.1%	2	0.9%	6	1.2%
<b>TOTAL</b>	<b>896</b>	<b>100%</b>	<b>187</b>	<b>100%</b>	<b>220</b>	<b>100%</b>	<b>489</b>	<b>100%</b>

INV : données invalides ou indisponibles ne permettant pas le calcul du confinement.

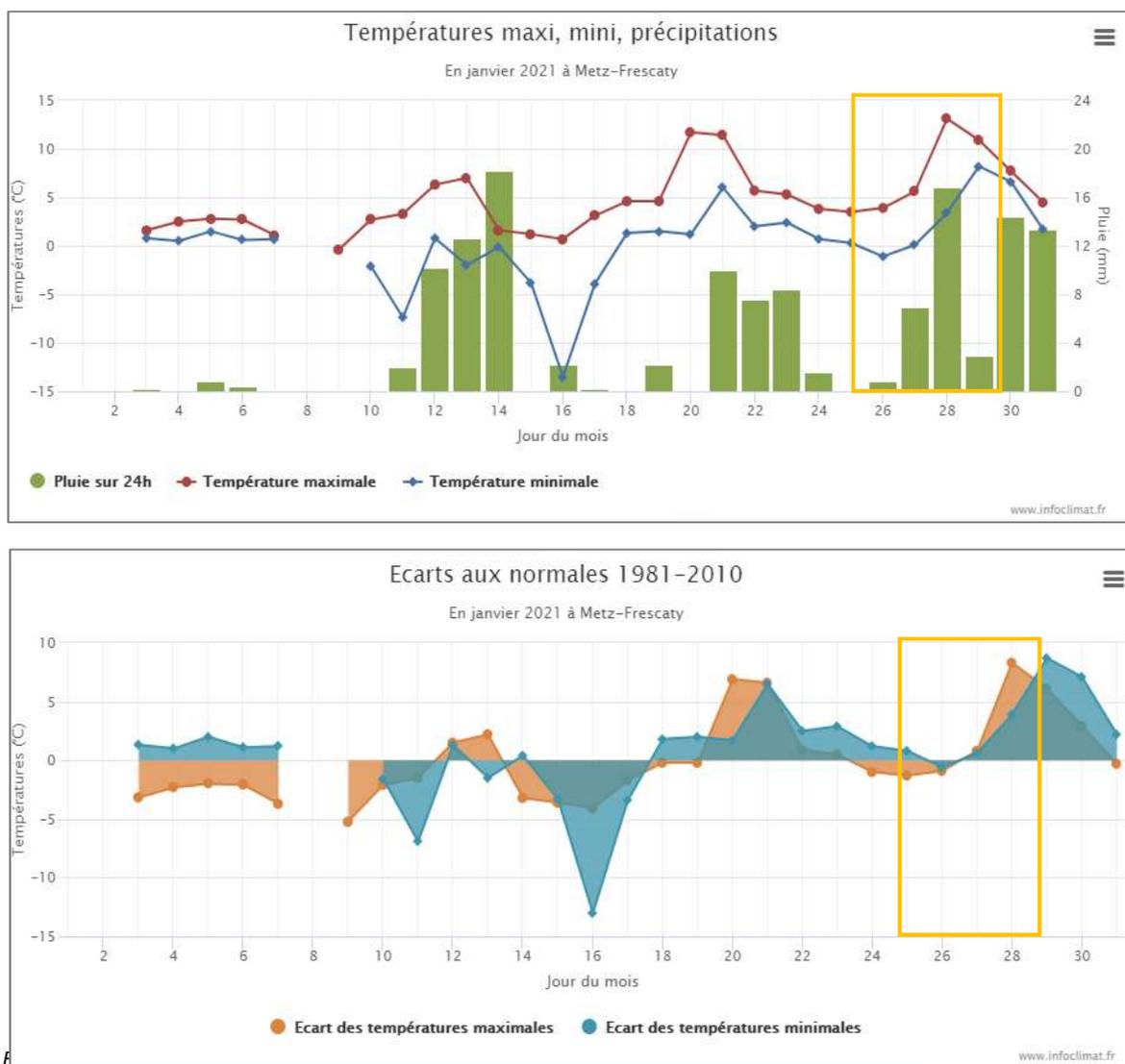
Figure 7 : Répartition de l'indice de confinement à l'échelles des pièces – campagne nationale pilote écoles et crèches

## 4. RESULTATS

### 4.1. ANALYSE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES

Lors des précédentes campagnes, l'influence de l'air extérieur sur les concentrations observées dans les établissements a été mise en évidence. Les niveaux de benzène à l'extérieur dépendent des conditions météorologiques et notamment des directions de vent pouvant rabattre les émissions de la cokerie au niveau des différents établissements. Le paragraphe ci-dessous détaille les conditions météorologiques observées lors des trois campagnes de mesures mises en œuvre en 2021 sur la station météorologique de Météo France de Metz Frescaty.

#### 4.1.1. Conditions météorologiques du 25 au 29 janvier 2021



(Source : infoclimat.fr : station MF « Metz-Frescaty »)

L'hiver 2020-2021 a été marqué par un temps très perturbé et parfois tempétueux en janvier sur le Grand-Est. La campagne du 25 au 29 janvier a été marquée par des conditions dépressionnaires : vents forts, précipitations (cf. figure 8). Les températures ont varié entre -1,1°C et 13,1 °C ; majoritairement supérieures aux normales climatiques de 1981-2021 (cf. figure 9). La direction dominante des vents a oscillé entre Est-Sud-Est et Ouest (cf. figure 10). Globalement les conditions météorologiques ont été favorables à la dispersion des polluants dans l'atmosphère durant la campagne.

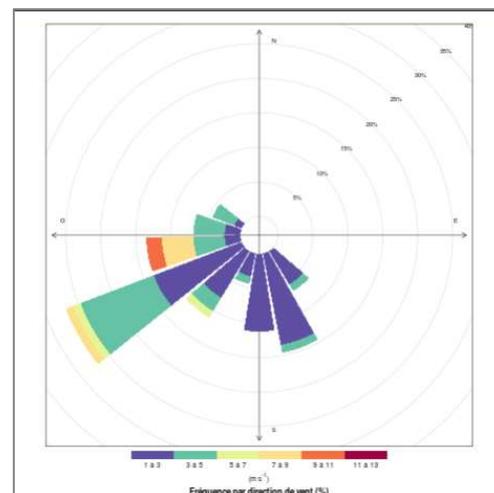
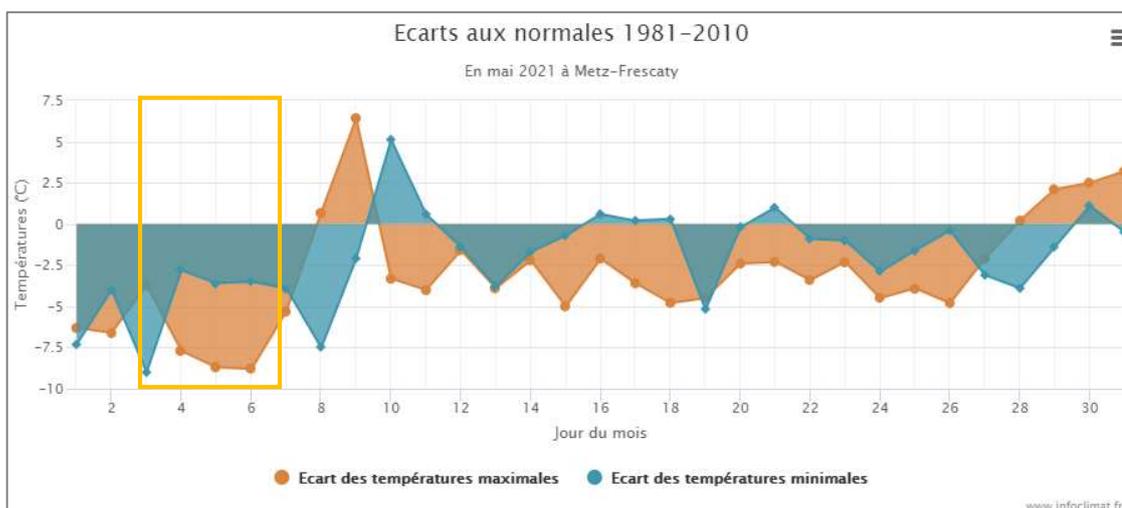
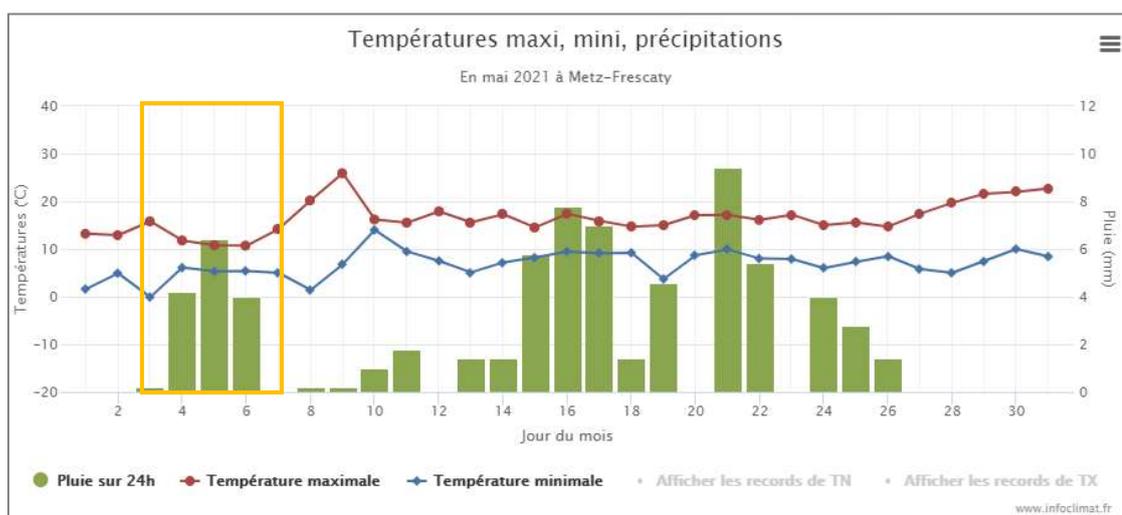


Figure 10 : Rose des vents Station MF Metz-Frescaty

#### 4.1.2. Conditions météorologiques du 3 au 7 mai 2021



Figures 11 et 12 : Conditions météorologiques du 3 au 7 mai 2021 et écarts aux normales climatiques (1981-2010). (source : infoclimat.fr : station MF « Metz-Frescaty »)

Le mois de mai a été marqué par un défilé de perturbations très actives sur le Grand-Est. Durant la campagne de mesure, les conditions perturbées (vents forts, précipitations) ont été peu propices à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. Les températures moyennes ont été assez faibles (comprises entre -0,1°C et 15,5°C), ce qui se traduit par des écarts aux normales climatiques importants (cf. figure 12). La direction de vent dominante a oscillé durant la campagne entre Est-Sud-Est et Ouest (cf. figure 13).

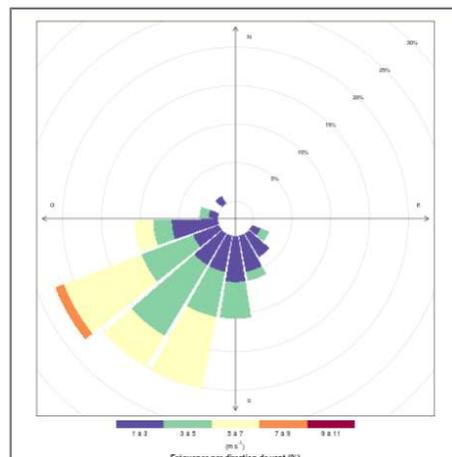
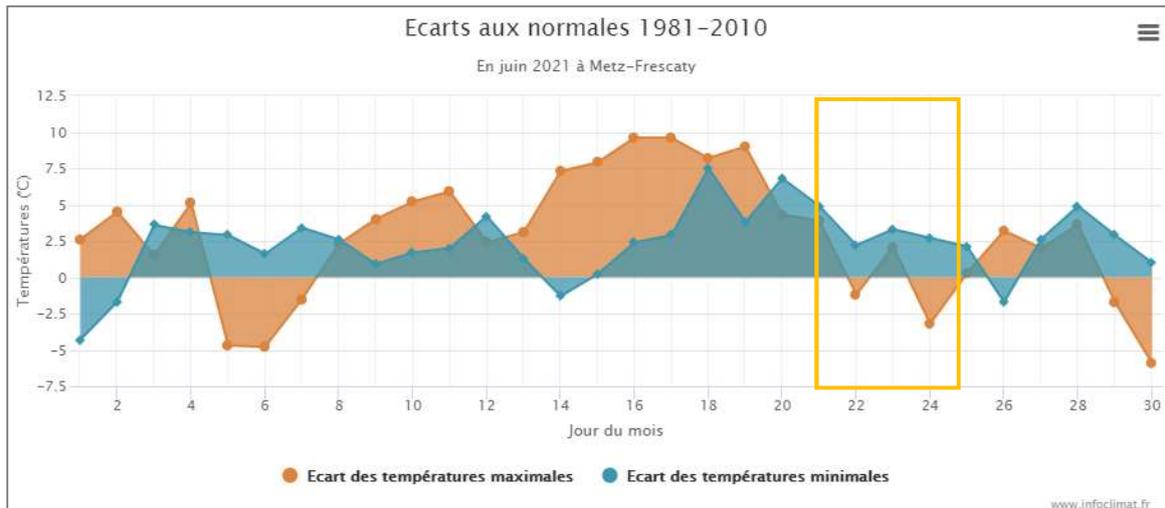
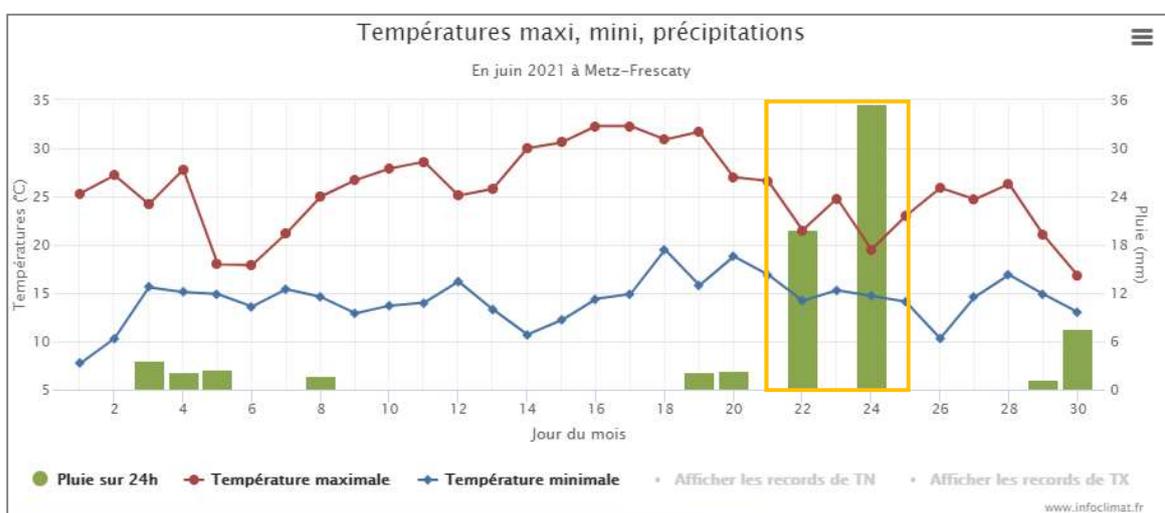


Figure 13 : Rose des vents  
Station MF Metz-Frescaty

#### 4.1.3. Conditions météorologiques du 21 au 25 juin 2021



Figures 14 et 15 : Conditions météorologiques du 21 au 25 juin 2021 et écarts aux normales climatiques (1981-2010).  
(source : infoclimat.fr : station MF « Metz-Frescaty »)

Le mois de juin a été marqué par un épisode précoce de fortes chaleurs en milieu de mois. Durant la campagne, une baisse des températures a été observée en lien avec de fortes précipitations orageuses (cf. figure 15). Les températures sont comprises entre 14,1°C et 26,6°C et sont majoritairement supérieures aux normales climatiques (cf. figure 16). La direction dominante des vents a été Ouest et Nord-Nord-Ouest (cf. figure 16). Ces conditions étaient favorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant.

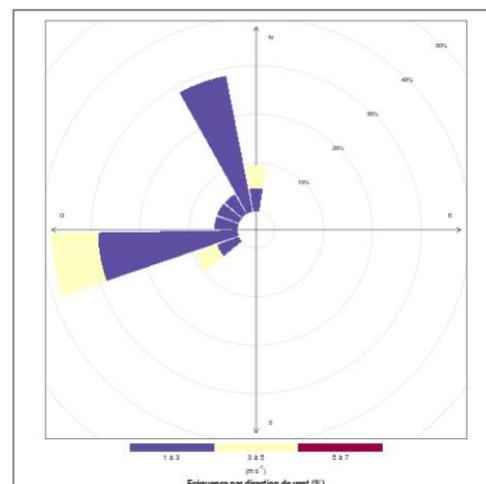


Figure 16 : Rose des vents  
Station MF Metz-Frescaty

#### 4.2. LE CONFINEMENT DES SALLES DE CLASSE

L'indice de confinement a été calculé dans chacune des pièces instrumentées pour les trois campagnes de mesure :

Tableau 7 : Valeur des indices de confinement obtenus

Campagne	École Bouton d'Or	École du Centre	École Bosment	École Marcel Pagnol
Janvier 2021	0	0	1	0
	Nul	Nul	Faible	Nul
Mai 2021	0	2	0	1
	Nul	Moyen	Nul	Faible
Juin 2021	0	1	0	0
	Nul	Faible	Nul	Nul

Pour les trois campagnes de 2021, les indices de confinement sont majoritairement nuls à faibles, et ponctuellement moyens pour la campagne de mai 2021 (école du centre). Les indices de confinement sont satisfaisants dans l'ensemble pour les quatre écoles, traduisant un renouvellement d'air suffisant.

A noter que dans le cadre du protocole sanitaire des écoles, une aération régulière des salles de classe est préconisée ce qui a été observé sur les fréquences d'ouverture des fenêtres dans ces écoles.

## 4.3. LE BENZENE

### 4.3.1. Résultats des campagnes 2021 et comparaison à la valeur limite

Le tableau ci-après présente les niveaux de benzène observés dans les différentes pièces pour les trois campagnes. Comme indiqué dans le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012, **les résultats obtenus à chaque période et dans chaque pièce sont comparés à la valeur limite**. Des blancs de mesure et des répliques (deux tubes exposés en parallèle) ont été réalisés afin de valider les résultats.

#### Campagne de janvier 2021 :

Tableau 8 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de janvier 2021 (résultats exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Établissements	Salles	Concentrations en benzène	Moyennes établissement	Valeurs extérieures
École Bouton d'Or	Pièce 1	1	1,0	0,8
	Pièce 2	1,1		
École du Centre	Pièce 1	1,3	1,2	0,8
	Pièce 2	1,1		
École Bosment	Pièce 1	1	1	0,6
École Marcel Pagnol	Pièce 1	1,2	1,2	0,8
	Pièce 2	1,1		

Les écoles du Centre et de Marcel Pagnol présentent des concentrations un peu plus élevées avec une moyenne de  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les deux établissements, suivie des deux autres établissements (Ecole Bouton d'or et Bosment) avec une moyenne de  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces concentrations sont nettement inférieures à celles mesurées précédemment en période d'activité de la cokerie et respectent la valeur limite de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations en extérieur sont également faibles (elles varient entre  $0,6$  et  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et respectent la valeur limite en air ambiant fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Campagne de mai 2021 :

Tableau 9 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de mai 2021 (résultats exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Établissements	Salles	Concentrations en benzène	Moyennes établissement	Valeurs extérieures
École Bouton d'Or	Pièce 1	1,0	0,9	0,5
	Pièce 2	0,8		
École du Centre	Pièce 1	0,6	0,8	0,4
	Pièce 2	1,0		
École Bosment	Pièce 1	0,9	0,9	0,5
École Marcel Pagnol	Pièce 1	1,0	1,4	/
	Pièce 2	1,7		

L'école Marcel Pagnol présente les concentrations les plus élevées avec une moyenne de 1,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'établissement. Les deux écoles Bouton d'or et Bosment présentent les mêmes niveaux moyens (0,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) suivi de l'école du Centre (0,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Comme pour la première campagne hivernale, les concentrations sont nettement inférieures à celles mesurées les années précédentes (période d'activité de la cokerie) et respectent la valeur limite de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations extérieures sont également faibles (elles varient entre 0,4 et 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et respectent ainsi la valeur limite en air ambiant fixée à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A noter qu'un problème technique n'a pas permis de disposer d'un résultat des mesures pour l'école Marcel Pagnol en extérieur.

### **Campagne juin 2021 :**

*Tableau 10 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne juin 2021 (résultats exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).*

Établissements	Salles	Concentrations en benzène	Moyennes établissement	Valeurs extérieures
École Bouton d'Or	Pièce 1	1,0	1,1	0,4
	Pièce 2	1,2		
École du Centre	Pièce 1	-	-	0,6
	Pièce 2	-		
École Bosment	Pièce 1	1,0	1,0	0,7
École Marcel Pagnol	Pièce 1	-	-	0,6
	Pièce 2	1,4		

L'obtention de la concentration en benzène n'a pas été possible pour les pièces 1 et 2 de l'Ecole du Centre ainsi que sur la pièce 1 de l'école Marcel Pagnol en raison de la présence d'interférents.

Les valeurs mesurées à l'intérieur et à l'extérieur des écoles sont faibles et largement inférieures à la valeur limite de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les concentrations extérieures sont également plus faibles (elles varient entre 0,4 et 0,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et respectent ainsi la valeur limite en air ambiant fixée à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.3.2. Moyennes annuelles et comparaison aux valeurs guides

Les concentrations moyennes ont été calculées à partir des valeurs obtenues pour chacune des trois campagnes de 2021 et sont présentées ci-dessous. A titre indicatif celles de 2020 sont également présentées.

Tableau 11 : Moyennes annuelles pour le benzène pour les années 2020/ 2021 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Établissements	Salles	Concentration moyenne en benzène 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration moyenne en benzène 2021 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
École Bouton d'Or	Pièce 1	3,5	1,0
	Pièce 2	3,8	1,0
	<b>Moyenne</b>	<b>3,7</b>	<b>1,0</b>
	Extérieur	5,3	0,6
École du Centre	Pièce 1	2,5	1,0
	Pièce 2	2	1,1
	<b>Moyenne</b>	<b>2,3</b>	<b>1,0</b>
	Extérieur	2,5	0,6
École Bosment	Pièce 1	1,9	1,0
	<b>Moyenne</b>	<b>1,9</b>	<b>1,0</b>
	Extérieur	2,1	0,6
École Marcel Pagnol	Pièce 1	2,7	1,1
	Pièce 2	2,7	1,4
	<b>Moyenne</b>	<b>2,7</b>	<b>1,3</b>
	Extérieur	2,7	0,8
AI (Valeur repère/valeur guide 2020) AA (valeur limite)			2 5

Pour l'année 2021, l'ensemble des établissements présentent des niveaux inférieurs à la valeur guide de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alors qu'en 2020 seule l'école Bosment était dans ce cas. En 2021, l'école Marcel Pagnol présente la moyenne annuelle la plus élevée ( $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) alors que l'année précédente c'était l'école Bouton d'Or ( $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en lien avec les fortes valeurs enregistrées en février.

A titre de comparaison, lors de la campagne écoles de l'OQAI de 2013-2017, la médiane obtenue était de  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Par ailleurs, toujours selon cette étude, seulement 14 % des salles de classes ont présenté une concentration annuelle supérieure à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lors de la campagne nationale écoles et crèches de 2009-2011, cette proportion était plus importante puisque 64,3 % des concentrations moyennes annuelles en benzène dans les pièces étaient supérieures à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

A noter cependant que le nombre de pièces, le nombre d'établissements et la typologie des établissements ne sont pas les mêmes pour ces deux campagnes ce qui peut expliquer la différence entre les résultats obtenus.

Le graphique ci-après présente les concentrations moyennes par établissement obtenues depuis le début des mesures en 2013.

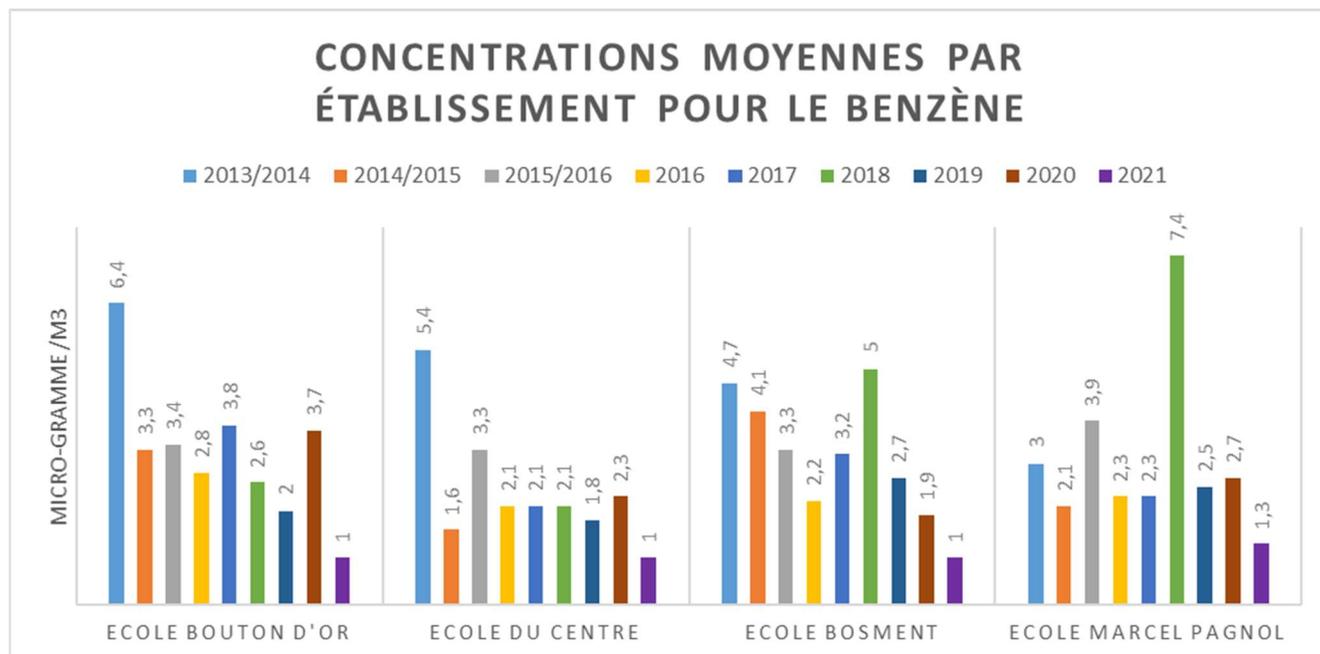


Figure 17 : Evolution de la concentration moyenne par établissement depuis 2013.

Pour l'ensemble des écoles, les concentrations mesurées en 2021 figurent parmi les plus faibles depuis le début des campagnes de mesures.

## CONCLUSION

Les campagnes de mesures effectuées en 2021 dans quatre écoles à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange (fermée en mai 2020) ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- En air intérieur, la valeur guide de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ainsi que la valeur limite de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le benzène n'ont pas été dépassées.
- En air ambiant, la valeur limite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est respectée.
- Des indices de confinement satisfaisants traduisant un bon renouvellement de l'air dans l'ensemble des écoles.

L'année 2021 présente donc les niveaux les plus faibles depuis le début de la surveillance en 2013 de la zone d'étude, la baisse des concentrations étant liée à l'absence de sources d'émissions spécifiques à proximité des établissements.





**AtMO**  
GRAND EST

**Metz – Nancy – Reims - Strasbourg**

**Air • Climat • Energie • Santé**

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03.69.24.73.73 – [contact@atmo-grandest.eu](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

**Association agréée de surveillance de la qualité de l'air**