



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

Bilan 2020

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 : JENNESON Bérénice, ingénieure études, référente thématique bâtiment
Relecture : SCHNEIDER Christelle, ingénieure études
Approbation : DEPROST Raphaële, responsable Unité Projets

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

Référence du projet : 00525

Référence du rapport : PROJ-EN-474_1

Date de publication : 14/11/2020

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 88 19 26 66

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION	5
1. DESCRIPTIF DU BATIMENT	6
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
1.2. CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS.....	7
1.3. PIECES INVESTIGUEES	7
1.4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS ET MATÉRIAUX UTILISES	7
1.5. ACTIVITES DANS LES PIECES	8
2. DESCRIPTION DES CAMPAGNES DE MESURE	8
2.1. PARAMETRES SUIVIS	8
2.2. TECHNIQUES DE MESURE.....	9
2.2.1. Le dioxyde de carbone.....	9
2.2.2. Tubes à diffusion passive	9
2.3. STRATEGIE D'ECHANTILLONAGE	10
2.3.1. Stratégie d'échantillonnage spatiale.....	10
2.3.2. Stratégie d'échantillonnage temporelle	10
3. STRATEGIE DE COMPARAISON	11
3.1. VALEURS DE REFERENCE	11
3.1.1. Le dioxyde de carbone.....	11
3.1.2. Le benzène	11
3.2. DONNEES COMPARATIVES	13
4. RESULTATS	15
4.1. ANALYSE DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES.....	15
4.1.1. Conditions météorologiques du 3 au 7 février 2020	15
4.1.2. Conditions météorologiques du 22 au 26 juin 2020.....	16
4.1.3. Conditions météorologiques du 12 au 16 octobre 2020	16

4.2.	LE CONFINEMENT.....	17
4.3.	LE BENZENE	17
4.3.1.	Résultats des campagnes 2020 et comparaison à la valeur limite.....	17
4.3.2.	Moyennes annuelles 2020 et comparaison aux valeurs guides	19
	CONCLUSION	21

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 2020. La première campagne du 3 au 7 février 2020, s'est déroulée en fonctionnement normal de l'activité. Les deux autres campagnes du 22 au 26 juin 2020 et du 12 au 16 octobre 2020 ont eu lieu après la fermeture de la cokerie le 6 mai 2020. Une quatrième campagne initialement prévue début avril n'a pas pu être organisée en raison de la crise sanitaire entraînant la fermeture des écoles.

Les teneurs en CO₂ ont été mesurées dans une pièce par école ainsi que la concentration en benzène (une à deux pièces par école ainsi qu'à l'extérieur).

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

- Un renouvellement de l'air satisfaisant dans l'ensemble des écoles pour les 3 campagnes.
- Aucun dépassement de la valeur limite de 10 µg/m³ pour le benzène n'a été observé.
- L'impact de la cokerie a été mis en évidence pour la campagne de février pour l'école Bouton d'Or et l'école Marcel Pagnol avec des concentrations moyennes en benzène sur ces établissements de respectivement 6,9 et 5,4 µg/m³.
- En juin, les niveaux restent plus élevés pour les écoles situées à l'Est (école Bouton d'Or et école du Centre) en lien avec des vents originaires de l'Ouest. L'arrêt progressif de la cokerie provoquant un relargage ponctuel de benzène pourrait expliquer cette observation.
- En octobre, les valeurs sont faibles que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur des écoles.
- Les concentrations de février et de juin étant encore parfois élevées pour certains établissements, seule l'école Bosment présente une concentration moyenne sur l'année inférieure à la valeur guide de 2 µg/m³ pour 2020.

La surveillance des écoles sera maintenue pour 2021 suite à la décision de l'Agence Régionale de Santé. Cela permettra de confirmer la baisse des niveaux en benzène observée pour octobre et de vérifier la conformité des concentrations mesurées en l'absence de sources d'émission.

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 (CO₂) 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/m³ dans certains établissements, en particulier lorsque les vents proviennent de la cokerie.

Pour l'année 2020, la réalisation de 4 campagnes de mesures à des saisons distinctes était initialement prévue comme lors des années précédentes. L'année 2020 a cependant été marquée par la crise sanitaire provoquant la fermeture des écoles et l'annulation de l'une des 4 campagnes prévue début avril. 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.

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)

Le tableau ci-dessous présente l'adresse de chaque établissement.

Tableau 1 : Adresses des établissements

Nom de l'établissement	Adresse de l'établissement
École maternelle Bouton d'Or	Rue des Bons Enfants à FLORANGE
Ecole maternelle du Centre	18, rue de Gargan à FLORANGE
Ecole Maternelle Bosment	Rue Odette à FAMECK
Ecole maternelle Marcel Pagnol	3, place François Mitterrand à SEREMANGE-ERZANGE

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 pièces investiguées
École maternelle Bouton d'Or	2 salles de classe : pièces 1 et 2
École maternelle du Centre	2 salles de classe : pièce 1 (bâtiment maternelle) et pièce 2 (bâtiment primaire)
École Maternelle Bosment	1 salle de classe : pièce 1
École maternelle Marcel Pagnol	2 salles de classes : pièces 1 et 2

1.4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS ET MATÉRIAUX UTILISÉS

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 aux 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

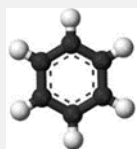
Les meubles présents dans l'ensemble des pièces sont en bois aggloméré et en contreplaqué. Il n'y a pas eu de travaux ni d'introduction de mobiliers neufs au cours de l'année 2020.

1.5. ACTIVITES DANS LES PIECES

Pour la campagne de juin 2020, en raison du contexte sanitaire, les effectifs ont été moins importants qu'habituellement. Environ une dizaine d'élèves étaient présents dans les salles de classes des écoles Bouton d'Or, Bosment et la pièce 2 de l'école du Centre. Pour cette école, la pièce 1 n'a pas été occupée mais l'aération a été réalisée de manière habituelle. Pour l'école Marcel Pagnol, une quinzaine d'enfants étaient présents dans les salles de classe (au lieu d'une vingtaine habituellement).

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 (CO₂)**. 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 CO₂ 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 étude¹ 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/élèves².

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

- Le benzène
- Le dioxyde de carbone

¹ 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.

² 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.

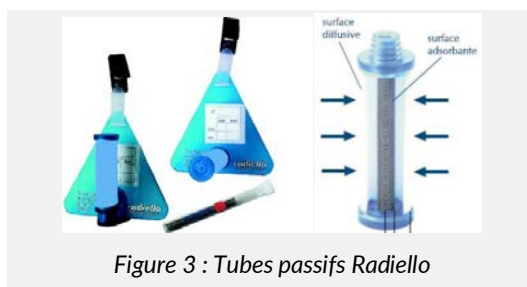


Figure 3 : Tubes passifs Radiello

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'ECHANTILLONNAGE

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 les mesures de 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 par établissement pour le confinement

Nom de l'établissement	Pièce investiguée
École maternelle Bouton d'Or	Pièce 2
École maternelle du Centre	Pièce 2
École Maternelle Bosment	Pièce 1
École maternelle Marcel Pagnol	Pièce 1

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 étaient prévues. Au final, comme cela a été indiqué précédemment trois campagnes ont pu être réalisées :

- 1^{ère} campagne : du 3 au 7 février 2020,
- 2^{ème} campagne : du 22 au 26 juin 2020,
- 3^{ème} campagne : du 12 au 16 octobre 2020.

La première campagne correspond aux conditions habituelles de fonctionnement de la cokerie et celles de juin et octobre à un arrêt de l'activité.

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 CO₂ 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)³. Celui-ci est calculé à partir de la **fréquence et de l'intensité des niveaux de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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

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 rentrent 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.

³ 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.

- La **valeur limite** fixée à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012⁴ 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.

Selon le HCSP⁵, « des concentrations intérieures en benzène supérieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondent à un excès de risque de leucémie de 6.10^{-5} 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 2011⁶ 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 météorologique 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 2010¹⁰. 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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
$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ depuis le 1er janvier 2016	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ancienne valeur jusqu'au 1 ^{er} janvier 2016	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

⁴ 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.

⁵ HCSP: Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : Le benzène, juin 2010 .

⁶ Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène

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).

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 :

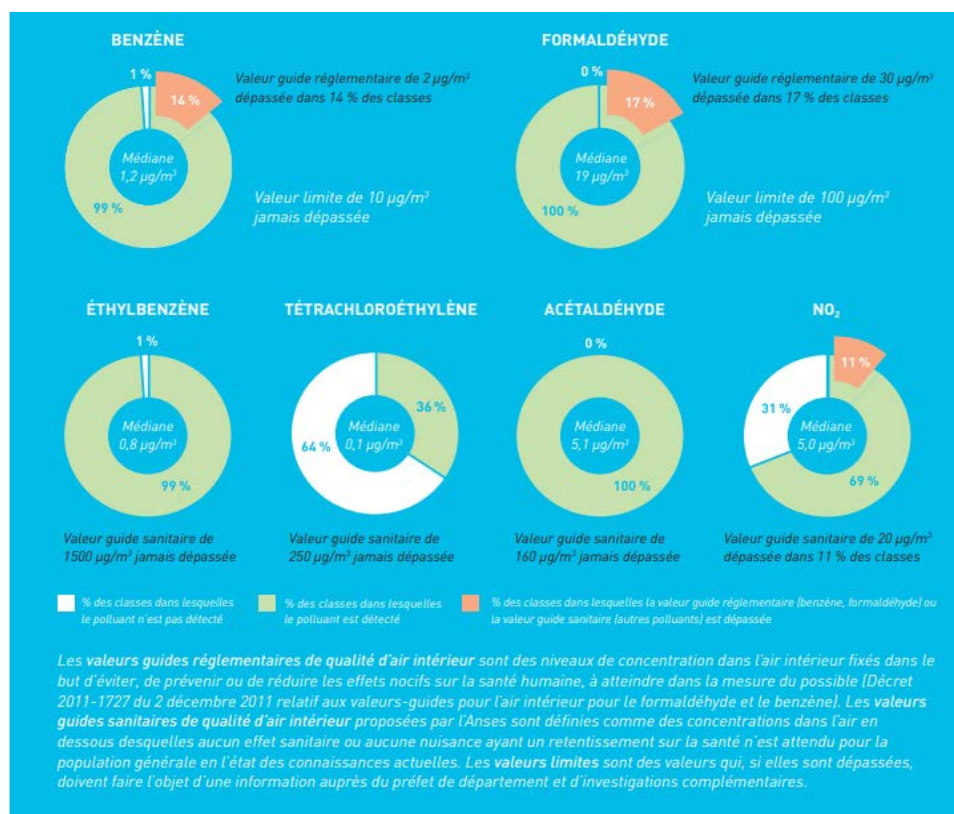


Figure 4 : Fréquence de détection et pourcentages de dépassement des valeurs de référence pour les polluants qui en disposent (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

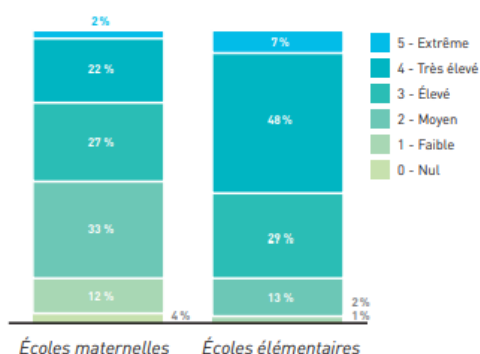


Figure 5 : Fréquence des indices ICONE les plus élevés par établissement (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

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 CO₂, 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 ³)	Répartition des MOYENNES annuelles		Répartition des MOYENNES annuelles	
	à l'échelle de l'ETABLISSEMENT		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

CONFINEMENT AU NIVEAU DES PIECES								
Icône	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%
TOTAL	896	100%	187	100%	220	100%	489	100%

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 2020.

4.1.1. Conditions météorologiques du 3 au 7 février 2020

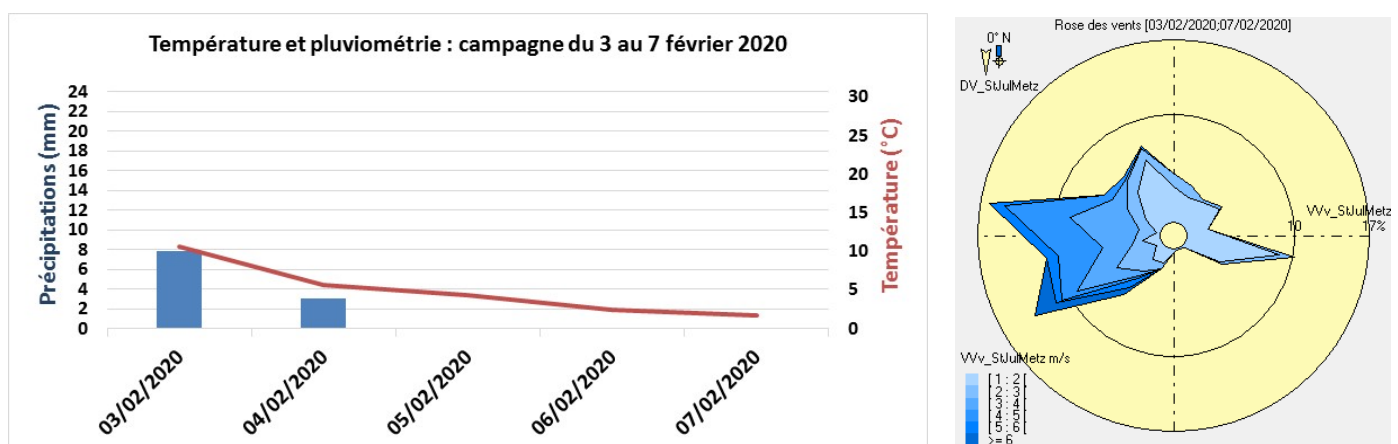


Figure 8 : Conditions météorologiques du 3 au 7 février 2020

La première partie de la campagne a été marquée par des conditions perturbées (vents forts, précipitations) avant l'arrivée d'un flux d'Est en milieu de semaine associé à des températures plus fraîches et des conditions atmosphériques favorables à l'accumulation des polluants dans l'air ambiant.

4.1.2. Conditions météorologiques du 22 au 26 juin 2020

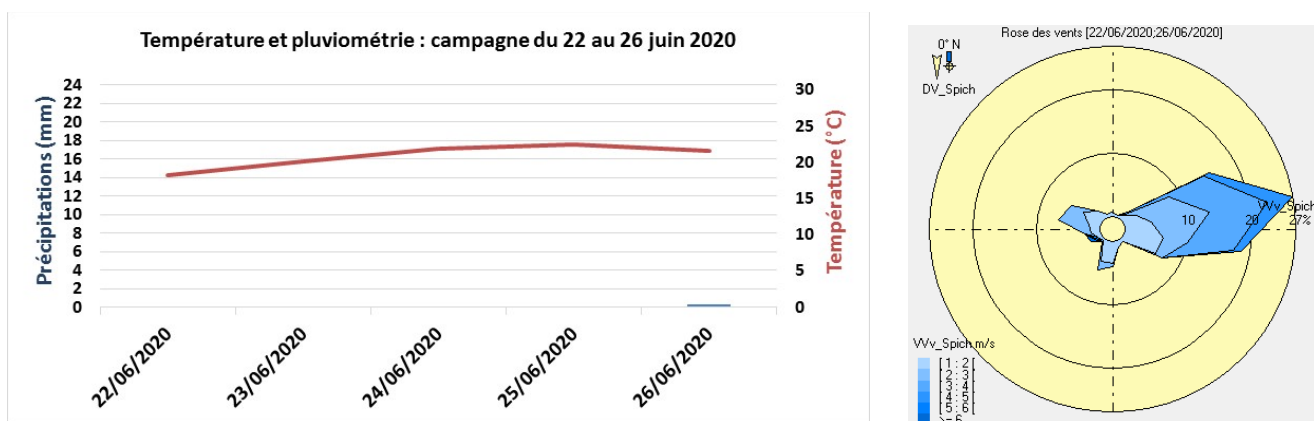


Figure 9 : Conditions météorologiques du 22 au 26 juin 2020

Cette campagne de mesure s'est caractérisée par des conditions anticycloniques se traduisant par des températures élevées et l'absence de précipitations. En début de semaine, ces conditions ajoutées à la présence de vent faibles d'Ouest étaient favorables à l'accumulation des polluants dans l'air ambiant. Des vents forts de l'Est ont ensuite été enregistrés lors des derniers jours de campagne.

4.1.3. Conditions météorologiques du 12 au 16 octobre 2020

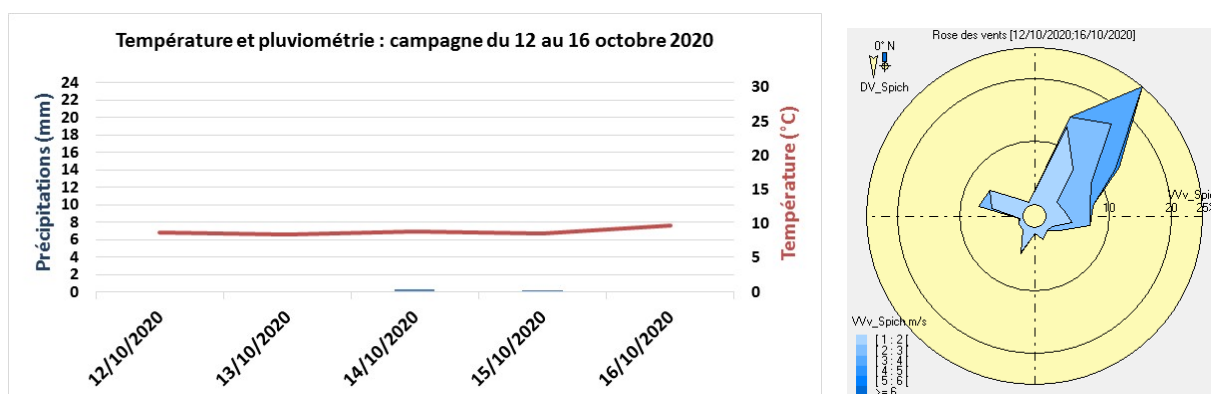


Figure 10 : Conditions météorologiques du 12 au 16 octobre 2020

Pour la campagne de mesure du mois d'octobre, des températures assez basses pour la saison et une absence de précipitations ont été observées. Des vents forts à modérés principalement originaires du Nord-Est ont été enregistrés ponctuellement. Les conditions atmosphériques étaient globalement stables ne favorisant pas la dispersion des polluants dans l'air ambiant.

4.2. LE CONFINEMENT

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
Février 2020	1	1	2	2
	Faible	Faible	Moyen	Moyen
Juin 2020	0	0	0	1
	Nul	Nul	Nul	Faible
Octobre 2020	0	2	2	1
	Nul	Moyen	Moyen	Faible

Les indices de confinement sont satisfaisants dans l'ensemble pour les quatre écoles, traduisant un renouvellement d'air suffisant. Pour la campagne de juin, les indices de confinement sont nuls à faibles ce qui s'explique par les températures extérieures élevées favorisant l'ouverture des fenêtres. Par ailleurs, même si seules les plages d'occupation des salles de classe sont prises en compte pour le calcul de l'indice, les effectifs étaient plus faibles qu'habituellement.

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 2020 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 (trois tubes exposés en parallèle) ont été réalisés afin de valider les résultats.

Campagne de février 2020 :

Tableau 8 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de février 2020 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton d'Or	Pièce 1	6,8	6,9	8,1
	Pièce 2	6,9		
École du Centre	Pièce 1	2,7	2,8	2,8
	Pièce 2	2,8		
École Bosment	Pièce 1	2,8	2,8	3,2
École Marcel Pagnol	Pièce 1	5,5	5,4	5,4
	Pièce 2	5,3		

L'école Bouton d'Or présente les concentrations les plus élevées avec une moyenne de $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'établissement suivie de l'école Marcel Pagnol ($5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'établissement). Deux configurations de vent ont été observées sur cette campagne. Dans un premier temps, la présence de vents originaires de l'Ouest en début de semaine a impacté l'école Bouton d'Or. La concentration à l'extérieur de l'école Bouton d'Or s'élève à $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et est supérieure à celles des salles de classe. Dans un second temps, des vents faibles d'Est ont été observés et ont eu une influence sur les concentrations de l'école Marcel Pagnol. Pour cette école, les valeurs dans les pièces sont similaires à la concentration extérieure. La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est pas dépassée. Pour l'école du Centre et l'école Bosment, les valeurs sont plus modérées.

Campagne de juin 2020 :

Tableau 9 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de juin 2020 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton d'Or	Pièce 1	2,8	3,2	7
	Pièce 2	3,5		
École du Centre	Pièce 1	3,8	3,1	4,1
	Pièce 2	2,3		
École Bosment	Pièce 1	1,3	1,3	1,6
École Marcel Pagnol	Pièce 1	1,7	1,7	1,9
	Pièce 2	1,7		

Pour la campagne de juin, les écoles situées à l'Est de la cokerie (école Bouton d'Or et école du Centre) présentent les concentrations les plus élevées. Pour l'école Bouton d'Or, la concentration extérieure s'élève à $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mais le transfert reste cependant limité puisque les concentrations dans les salles de classe sont plus faibles ($3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'établissement). En début de campagne, des vents d'Ouest associés à des conditions atmosphériques stables ont été observés. Par ailleurs la possibilité d'émissions ponctuelles de benzène lors des différentes phases d'arrêt de la cokerie n'est pas à exclure, ce qui pourrait expliquer que les valeurs soient plus élevées à l'école Bouton d'Or et à l'école du Centre notamment à l'extérieur. La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est pas dépassée.

Campagne d'octobre 2020 :

Tableau 10 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne d'octobre 2020 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton d'Or	Pièce 1	1	1	0,7
	Pièce 2	0,9		
École du Centre	Pièce 1	0,9	0,9	0,7
	Pièce 2	0,8		
École Bosment	Pièce 1	1,5	1,5	1,4
École Marcel Pagnol	Pièce 1	0,9	1	0,9
	Pièce 2	1,1		

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

4.3.2. Moyennes annuelles 2020 et comparaison aux valeurs guides

Les concentration moyennes ont été calculées à partir des valeurs obtenues pour chacune des trois campagnes et sont présentées ci-dessous.

Tableau 11 : Moyennes annuelles pour le benzène pour l'année 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Établissement	Salle	Concentration moyenne en benzène 2020 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
École Bouton d'Or	Pièce 1	3,5
	Pièce 2	3,8
	Moyenne	3,7
	Extérieur	5,3
École du Centre	Pièce 1	2,5
	Pièce 2	2,0
	Moyenne	2,3
	Extérieur	2,5
École Bosment	Pièce 1	1,9
	Moyenne	1,9
	Extérieur	2,1
École Marcel Pagnol	Pièce 1	2,7
	Pièce 2	2,7
	Moyenne	2,7
	Extérieur	2,7
Valeur repère/valeur guide 2020		2

Pour l'année 2020, seule l'école Bosment présente des niveaux inférieurs à la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'école Bouton d'Or est celle qui présente la moyenne annuelle la plus élevée sur l'établissement ($3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et est donc dépassée pour toutes les écoles de la présente étude. Par ailleurs, dans la campagne écoles de l'OQAI, 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 que le nombre de pièces, le nombre d'établissements et la typologie des établissements n'est pas la même pour ces deux campagnes ce qui peut expliquer la différence entre les résultats obtenus. Les concentrations mesurées dans les établissements situés à proximité de la cokerie restent pour 2020 un peu plus élevées que ce qui est habituellement observé dans les écoles hormis pour l'école Bosment.

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

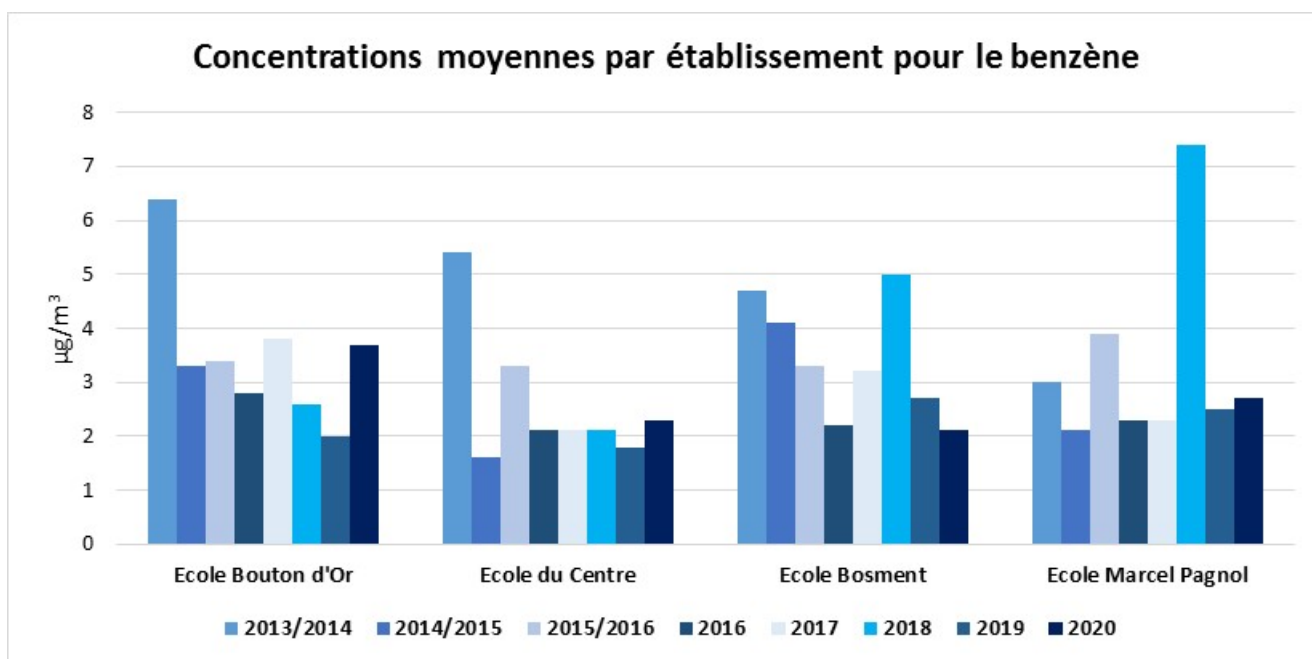


Figure 11 : Evolution de la concentration moyenne par établissement

Pour la majorité des écoles, les concentrations mesurées en 2019 figuraient parmi les plus faibles depuis le début des campagnes de mesures. Celles de 2020 restent modérées et similaires à celles de 2019 hormis pour l'école Bouton d'Or impactée en février.

CONCLUSION

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

- Des indices de confinement satisfaisants traduisant un bon renouvellement de l'air dans l'ensemble des écoles.
- La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène n'a pas été dépassée. Seule l'école Bosment respecte la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Pour le benzène, la cokerie a impacté les écoles Bouton d'Or et Marcel Pagnol en ce qui concerne la campagne de février.
- En juin, l'école Bouton d'Or et l'école du Centre présentent des résultats encore un peu plus élevés que ce qui est habituellement observé dans les écoles. Les fortes concentrations extérieures à proximité de ces établissements témoignent de la présence d'une source. La procédure d'arrêt de la cokerie s'étendant probablement sur plusieurs semaines, il est possible que des émissions ponctuelles soient à leur origine.
- La campagne d'octobre marque le début d'une tendance à la baisse des concentrations en lien avec la fermeture de la cokerie.

La surveillance des quatre écoles sera reconduite sur 2021 ce qui permettra de confirmer la tendance à la baisse des concentrations en l'absence de sources d'émissions spécifiques à proximité des établissements.



Air • Climat • Energie • Santé

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

Tél : 03.88.19.26.66 – contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air