

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

Bilan 2019

Avec le soutien de



Agence Régionale de Santé Grand Est

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.
- 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 Raphaèle, responsable Unité Projets*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_4

Référence du projet : 00370

Référence du rapport : PROJ-EN-351

Date de publication : 26/11/2019

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	4
INTRODUCTION.....	5
1. DESCRIPTION DES ECOLES MATERNELLES	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
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.....	10
3.1. VALEURS DE REFERENCE	10
3.1.1. Le dioxyde de carbone.....	10
3.1.2. Le benzène.....	11
3.2. DONNEES COMPARATIVES	12
4. ANALYSE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES.....	15
4.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 4 AU 8 FEVRIER 2019	15
4.2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 1 AU 5 AVRIL 2019.....	15
4.3. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 24 AU 28 JUIN 2019.....	16

4.4. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 14 AU 18 OCTOBRE 2019	16
5. RESULTATS	17
5.1. LE CONFINEMENT	17
5.2. LE BENZENE	17
5.2.1. Résultats des campagnes 2019 et comparaison à la valeur limite	17
5.2.1. Moyennes annuelles 2019 et comparaison aux valeurs guides	20
CONCLUSION	21

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'un suivi des concentrations en benzène dans quatre écoles situées à proximité de la cokerie de Serémange (écoles Marcel Pagnol, Centre, Bouton d'Or et Bosment), quatre campagnes de mesure ont été réalisées à différentes périodes météorologiquement contrastées de l'année 2019 :

- 1^{ère} campagne : du 4 au 8 février 2019,
- 2nd campagne : du 1 au 5 avril 2019,
- 3^{ème} campagne : du 24 au 28 juin 2019,
- 4^{ème} campagne : du 14 au 18 octobre 2019.

Le confinement a été mesuré 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 :

- Aucun dépassement de la valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été observé.
- Les concentrations les plus élevées ont été mesurées à l'école Marcel Pagnol pendant la campagne de février avec $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et à l'école Bosment pendant la campagne de juin ($4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Lors de ces deux campagnes, les conditions météorologiques étaient favorables à l'accumulation des polluants dans l'air extérieur.
- Les moyennes annuelles montrent que la valeur guide de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée dans ces deux écoles.
- Les résultats obtenus sont plus faibles que ceux de la campagne 2018.

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, dans le cadre d'investigations initialement menées par l'ARS Lorraine et la CIRE (Cellule de l'Institut de Veille sanitaire en Région), ATMO Grand Est effectue une surveillance régulière du benzène et du confinement (niveau de CO₂) dans des établissements recevant du public (ERP) situés à proximité de la cokerie de Serémange. Ces mesures ont permis depuis 2013 de mettre en évidence plusieurs dépassements de la valeur limite de 10 µg/m³ dans certaines écoles, lorsque les vents proviennent de la cokerie.

À la suite de ces résultats, il a été décidé de poursuivre cette surveillance sur l'année 2019, afin de répondre à différents objectifs :

- Evaluer les niveaux de benzène dans les écoles à différentes périodes météorologiquement contrastées de l'année,
- Déterminer les niveaux de confinement dans les établissements, notamment en période de chauffe,
- Comparer les valeurs mesurées aux différentes valeurs réglementaires et valeurs d'aide à la gestion existantes en air intérieur ainsi qu'aux valeurs habituellement rencontrées dans les écoles françaises.
- Comparer les résultats obtenus à l'intérieur des établissements avec les niveaux rencontrés en air extérieur à proximité de la cokerie.

La présente étude concerne quatre écoles maternelles et comporte quatre phases de mesures distinctes réparties sur 2019. Un état des lieux du bâti 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. DESCRIPTION DES ECOLES MATERNELLES

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 des maternelles, 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 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 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 2019.

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 renouvellement de l'air intérieur** 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 (confinement). 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.

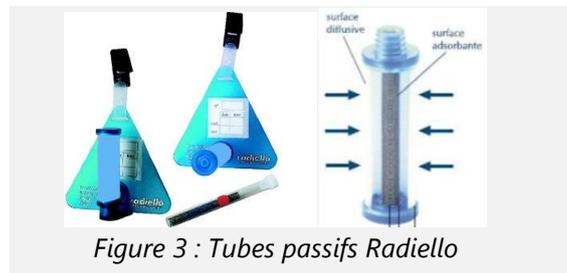


Figure 3 : Tubes passifs Radiello

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) seront déterminées par analyse différée des échantillons au laboratoire Interrégional de Chimie '**SYNAIRGIE**' situé à Schiltigheim accrédité par le COFRAC (n° 1-2092) par chromatographie en phase gazeuse (CPG) pour le benzène.

2.3. STRATEGIE D'ÉCHANTILLONAGE

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 paragraphe 2.3 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 1
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 d'une semaine dans l'année ont été définies :

- 1^{ère} campagne : du 4 au 8 février 2019,
- 2nd campagne : du 1 au 5 avril 2019,
- 3^{ème} campagne : du 24 au 28 juin 2019,
- 4^{ème} campagne : du 14 au 18 octobre 2019.

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.

- La **valeur limite** fixée à 10 µg/m³ 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 µg/m³ 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.

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.

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

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 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 µg/m³, 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

Valeur guide pour une exposition long terme		Valeur repère 2019	Valeur limite
2 µg/m ³ depuis le 1 ^{er} janvier 2016	5 µg/m³ ancienne valeur jusqu'au 1 ^{er} janvier 2016	2 µg/m³	10 µg/m³

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'OQAI (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 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 :

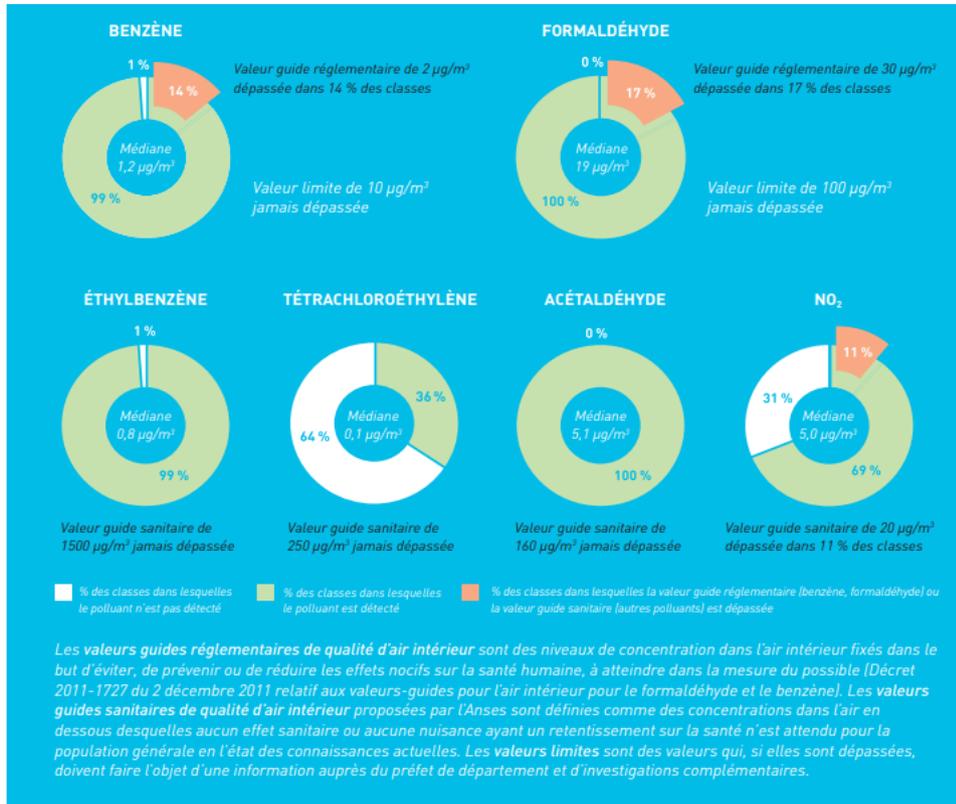


Figure 4 : Fréquence de détection et pourcentages de dépassement des valeurs de référence pour les polluants qui en disposent (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

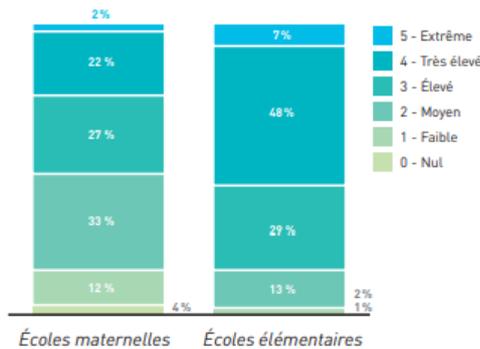


Figure 5 : Fréquence des indices ICONE les plus élevés par établissement (Campagne nationale écoles de l'OQAI 2013-2017)

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 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 PIECES							
	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. ANALYSE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES 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 quatre campagnes de mesures mises en œuvre en 2019.

4.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 4 AU 8 FEVRIER 2019

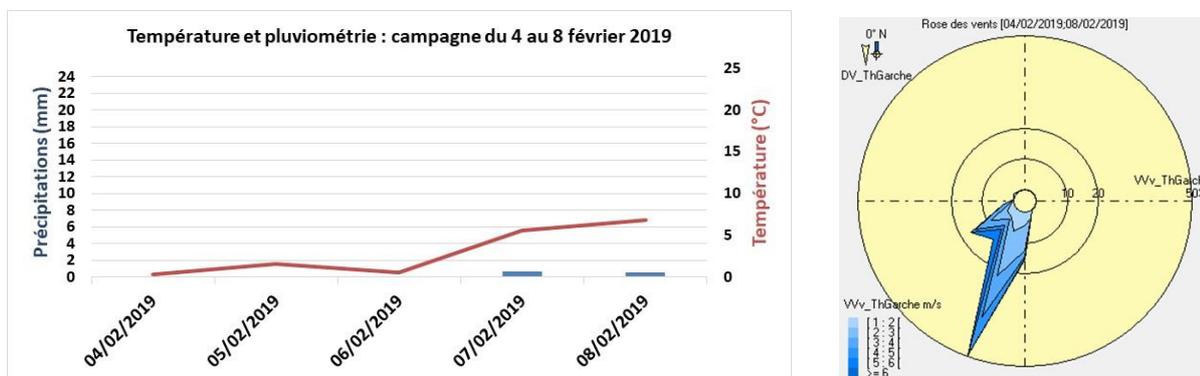
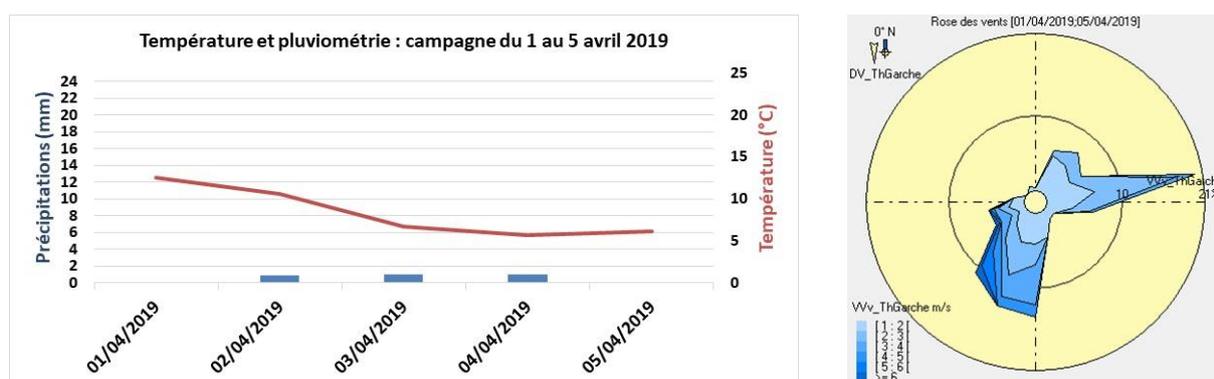


Figure 8 : Conditions météorologiques du 04 au 8 février 2019

Cette campagne de mesure s'est caractérisée par des conditions stables avec des vents originaires du sud-ouest. En effet, la rose des vents est principalement représentative des vents mesurés le 8 février 2019 (vents inférieurs à la limite de détermination de la direction de vent pour les autres journées). Les températures en début de période étaient basses et se sont progressivement élevées en fin de semaine avec la présence de faibles précipitations. Ces conditions étaient défavorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant. La journée du 6 février 2019 a notamment été concernée par un dépassement du seuil de recommandation et d'information pour les particules fines.

4.2. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 1 AU 5 AVRIL 2019



Pour cette période, différentes directions de vents ont été observées avec majoritairement des vents de l'est, du nord est et du sud-ouest. Les températures douces en début de semaine ont chuté progressivement. Un temps couvert et venteux ainsi que de faibles précipitations ont été relevés durant cette période, favorables à la dispersion des polluants.

4.3. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 24 AU 28 JUIN 2019

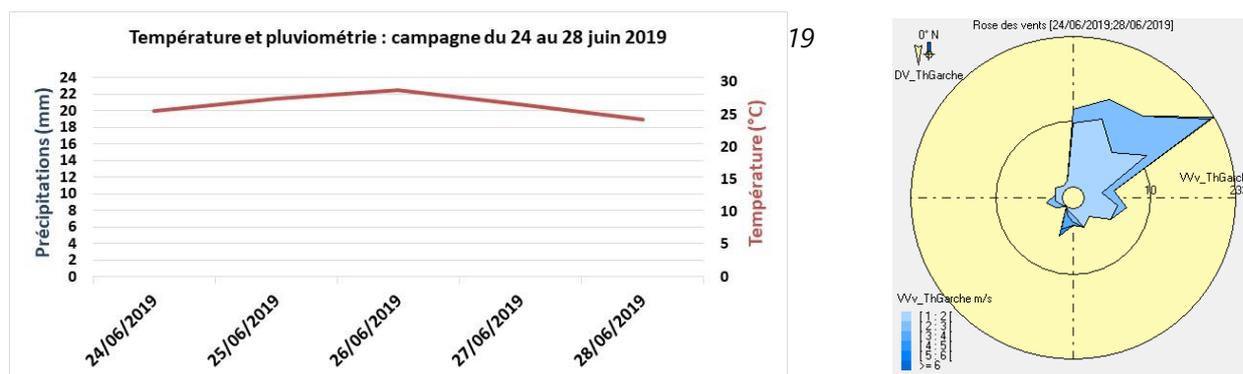


Figure 10 : Conditions météorologiques du 24 au 28 juin 2019

Pour cette période, les vents faibles à modérés étaient originaires du nord/nord est. Des températures élevées ont été observées lors de cette campagne caractérisée par des conditions stables avec absence de précipitations. Ces conditions n'ont pas favorisé la dispersion des polluants dans l'air ambiant. A noter qu'à partir du 25 juin, un épisode de pollution à l'ozone a été observé sur cette période pour le département de la Moselle.

4.4. CONDITIONS METEOROLOGIQUES DU 14 AU 18 OCTOBRE 2019

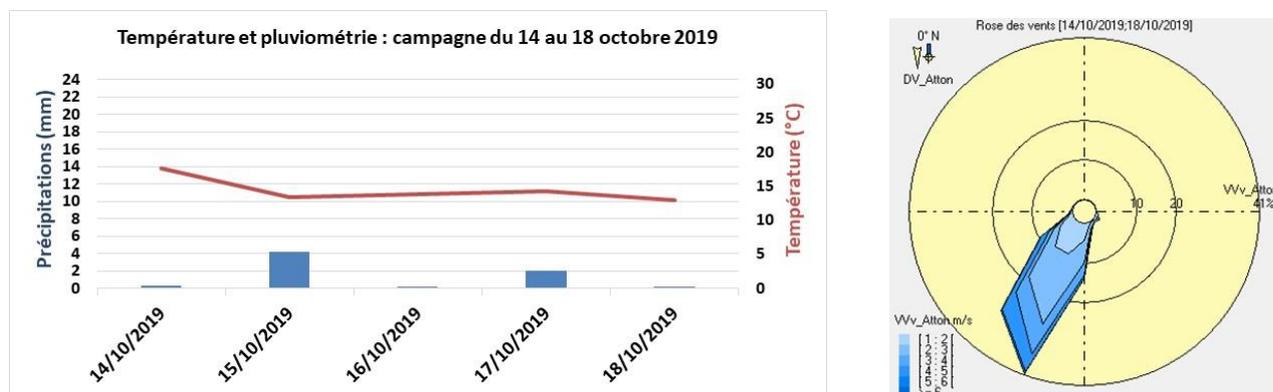


Figure 11 : Conditions météorologiques du 14 au 18 octobre 2019

Des précipitations ont été observées les 15 et 17 octobre associées à des températures assez douces. Pour cette période des vents issus du sud-ouest ont été observés. Il s'agissait de conditions propices à une bonne qualité de l'air.

5. RESULTATS

5.1. LE CONFINEMENT

L'indice de confinement a été calculé dans chacune des pièces instrumentées pour les quatre 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 2019	2	2	2	2
	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Avril 2019	2	3	2	3
	Moyen	Elevé	Moyen	Elevé
Juin 2019	1	0	2	1
	Faible	Nul	Moyen	Faible
Octobre 2019	1	2	1	3
	Faible	Moyen	Faible	Elevé

Les indices de confinement sont satisfaisants dans l'ensemble pour les quatre écoles, traduisant un renouvellement d'air suffisant. Des indices de 3 ont cependant été relevés à l'école du Centre et l'école Marcel Pagnol lors de la campagne d'avril et de nouveau à l'école Marcel Pagnol en octobre.

5.2. LE BENZENE

5.2.1. Résultats des campagnes 2019 et comparaison à la valeur limite

Le tableau ci-après présente les niveaux de benzène observés dans les différentes pièces pour les différentes 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 ont été réalisés afin de valider les résultats.

Campagne de février 2019 :

Tableau 8 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de février 2019 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

La concentration la plus élevée est observée dans la pièce 1 à l'école Marcel Pagnol ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Un problème de casse lors du prélèvement n'a pas permis d'obtenir de valeur dans la pièce 2. Des vents faibles pouvant impacter l'ensemble des écoles ont été observés lors de cette campagne de mesure. Les résultats des autres écoles sont similaires et situés aux alentours de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les valeurs extérieures sont corrélées avec les concentrations dans les établissements, la valeur la plus forte à l'extérieur étant également observée à proximité de l'école Marcel Pagnol. La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est pas dépassée.

Campagne d'avril 2019 :

Tableau 9 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne d'avril 2019 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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

Pour cette campagne de mesure, les valeurs obtenues sont relativement faibles et largement inférieures à la valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'école Marcel Pagnol présente la concentration moyenne la plus élevée avec $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suivie des écoles Bouton d'Or et Bosment ($1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Lors de cette campagne de mesure, les conditions météorologiques étaient favorables à la dispersion des polluants ce qui a permis de maintenir des niveaux faibles pour le benzène à l'intérieur et à l'extérieur des écoles. Le tube passif situé à l'extérieur de l'école Marcel Pagnol a été vandalisé ce qui n'a pas permis d'obtenir de résultat.

Campagne de juin 2019 :

Tableau 10 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de juin 2019 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton d'Or	Pièce 1	1,2	1,4	1,8
	Pièce 2	1,6		
École du Centre	Pièce 1	0,8	0,9	0,8
	Pièce 2	0,9		
École Bosment	Pièce 1	4,5	4,5	9,1
École Marcel Pagnol	Pièce 1	2,2	2,1	2,5
	Pièce 2	1,9		

Pour cette campagne de mesure, l'école Bosment présente une concentration nettement plus élevée ($4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que dans les autres établissements. Lors de cette période, les vents étaient principalement orientés au nord-est alors que cette école se situe au sud de la cokerie. Par ailleurs, les conditions météorologiques étaient favorables à l'accumulation des polluants puisque des dépassements du seuil de recommandation et d'information pour l'ozone ont également été observée lors de cette période. A l'extérieur, la valeur mesurée ($9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est nettement plus forte que pour les autres établissements ce qui met en évidence l'impact de l'extérieur sur les concentrations intérieures. Les valeurs rencontrées dans les autres établissements sont plus faibles.

La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est pas dépassée pour cette campagne de mesure.

Campagne d'octobre 2019 :

Tableau 11 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de novembre 2019 (résultats exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton d'Or	Pièce 1	1,3	1,4	1,2
	Pièce 2	1,5		
École du Centre	Pièce 1	1,2	1,3	0,9
	Pièce 2	1,3		
École Bosment	Pièce 1	1,1	1,1	0,5
École Marcel Pagnol	Pièce 1	0,9	0,9	0,5
	Pièce 2	Interférent		

La présence d'un interférent n'a pas permis au laboratoire de déterminer la concentration en benzène pour la pièce 2 de l'école Marcel Pagnol. Pour cette campagne, des concentrations faibles sont observées que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement. Elles sont nettement inférieures à la valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A noter que les conditions de dispersion des polluants étaient bonnes pour cette campagne de mesure.

5.2.1. Moyennes annuelles 2019 et comparaison aux valeurs guides

La réalisation de quatre campagnes à des saisons distinctes a permis d'estimer une concentration moyenne annuelle pour chaque établissement et de la comparer à la valeur guide et repère. Les moyennes obtenues pour l'année 2019 peuvent également être comparées à celles des années précédentes. Le tableau ci-après présente les différentes moyennes annuelles obtenues pour l'année 2019.

Tableau 12 : Moyennes annuelles pour le benzène pour l'année 2019 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Établissement	Salle	Concentration moyenne en benzène 2019 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
École Bouton d'Or	Pièce 1	1,8
	Pièce 2	2,1
	Moyenne	2
	Extérieur	2
École du Centre	Pièce 1	1,8
	Pièce 2	1,7
	Moyenne	1,8
	Extérieur	1,6
École Bosment	Pièce 1	2,7
	Moyenne	2,7
	Extérieur	3,9
École Marcel Pagnol	Pièce 1	2,6
	Pièce 2	2,0
	Moyenne	2,5
	Extérieur	2,6
Valeur repère/valeur guide en vigueur		2

Pour l'année 2019, deux écoles (Bosment et Marcel Pagnol) dépassent la valeur guide/repère de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 elle 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 présentaient 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.

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

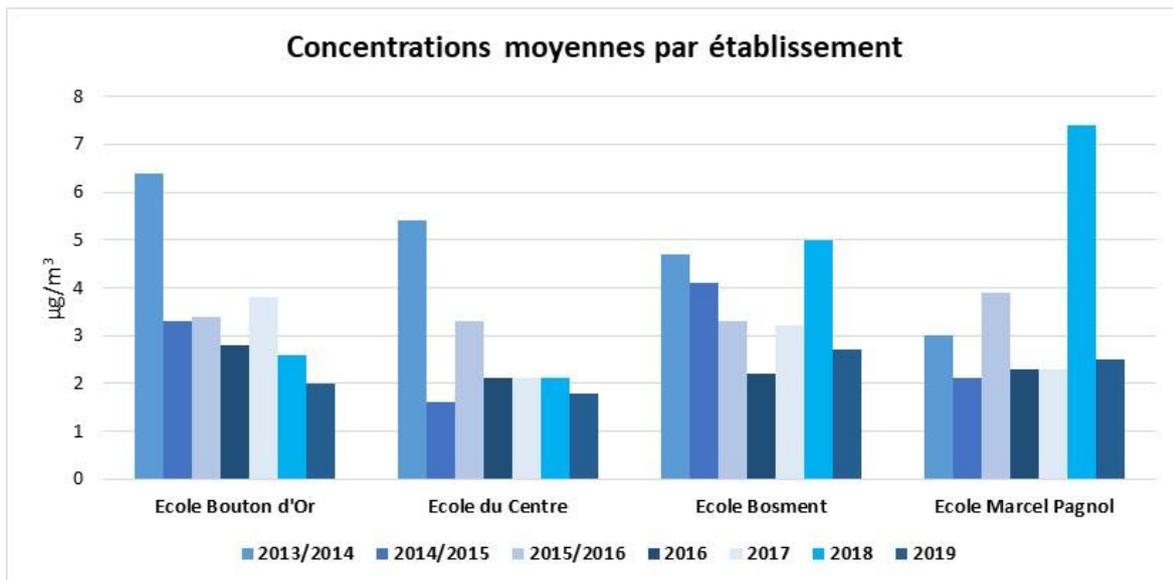


Figure 12 : Evolution de la concentration moyenne par établissement

Pour la majorité des écoles (hormis l'école Marcel Pagnol), les concentrations observées en 2019 figurent parmi les deux plus faibles depuis le début des campagnes de mesure. C'est particulièrement le cas pour les écoles de Bouton d'Or et de du Centre (moyenne la plus faible depuis 2013).

CONCLUSION

Les campagnes de mesures effectuées en 2019 dans quatre écoles à proximité de la cokerie de Serémange ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Des indices de confinement satisfaisants dans l'ensemble des écoles.
- La valeur limite de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a pas été dépassée.
- Deux écoles présentent une moyenne annuelle supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur guide et repère en air intérieur. A noter que les moyennes annuelles de 2019 figurent parmi les plus faibles depuis le début des mesures en 2013 (sauf pour l'école Marcel Pagnol).
- Deux campagnes (février et juin) ont présenté des conditions défavorables à la dispersion des polluants. L'école Marcel Pagnol a été la plus impactée en février par la cokerie et en juin il s'agissait de l'école Bosment.



Air • Climat • Energie • Santé

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

Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air