





Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans des établissements recevant du public à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange

Bilan 2017

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

• Licence ouverte de réutilisation d'informations publiques



- 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, chargée d'études
Relecture : SCHNEIDER Christelle, chargée d'études
Approbation : DEPROST Raphaele, responsable Unité Projets

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_1

Référence du rapport : PROJ-EN-063_1

Date de publication : 01/12/2017

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

INTR	ODU	CTION	4
1. DE	SCRI	PTIONS DES ÉCOLES MATERNELLES	5
1.1.	SIT	UATION GEOGRAPHIQUE	5
1.2.	CA	RACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS	6
1.3.	PIE	CES INVESTIGUEES	6
1.4.	CA	RACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS ET MATÉRIAUX UTILISES	6
2. C <i>A</i>	MPA	GNE(S) DE MESURES	7
2.1.	PA	RAMETRES SUIVIS	7
2.2.	TE	CHNIQUES DE MESURE	8
2.2	2.1.	Le dioxyde de carbone	8
2.2	2.2.	Tubes à diffusion passive	8
2.3.	STI	RATEGIE D'ECHANTILLONAGE	9
2.3	3.1.	Stratégie d'échantillonnage spatiale	9
2.3	3.2.	Stratégie d'échantillonnage temporelle	9
3. ST	RATE	GIE DE COMPARAISON	9
3.1.	VA	LEURS DE REFERENCE	9
3.1	l. 1 .	Le dioxyde de carbone	9
3.1	l.2.	Le benzène	10
3.2.	DO	NNEES COMPARATIVES	11
4. AN	NALYS	SE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LES CAMPAGNES	12
4.1.	со	NDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 6 AU 10 FEVRIER 2017	13
4.2.	со	NDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 24 AU 28 AVRIL 2017	13
4.3.	со	NDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 26 AU 30 JUIN 20172017	14
4.4.	со	NDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 6 AU 10 NOVEMBRE 2017	14
5. RE	SULT	ATS	15
5.1.	LE	CONFINEMENT	15
5 2	1 F	REN7ENE	16

5.2.1.	Résultats des campagnes 2017 et comparaison à la valeur limite	16
CONCLUSI	ON	22

INTRODUCTION

Dans le cadre d'investigations menées par l'Agence Régionale de Santé (ARS), une surveillance trimestrielle du benzène et du confinement est effectuée depuis 2013 dans des établissements recevant du public situés à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange. Elle a permis de mettre en évidence des dépassements de de la valeur limite de $10~\mu g/m^3$ en benzène dans certains établissements lors de situations d'expositions de vents en provenance de la cokerie. Dans la continuité de cette surveillance, les campagnes de mesures ont été reconduites pour l'année 2017 dans les mêmes établissements.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer les niveaux de benzène et de dioxyde de carbone (CO₂) dans les établissements sélectionnés à différentes périodes de l'année. Elle permettra également de comparer les données obtenues aux différentes valeurs réglementaires et aux niveaux rencontrés en air ambiant à proximité de la cokerie.

La présente étude concerne quatre écoles maternelles et comporte quatre phases de mesures distinctes réparties sur 2017.

Un état des lieux du bâti au regard de la qualité de l'air intérieur sera 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 seront ensuite présentés puis utilisés pour l'interprétation des résultats obtenus lors des campagnes.

1. DESCRIPTIONS DES ÉCOLES MATERNELLES

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Les quatre écoles maternelles ont été sélectionnées de par leur proximité à 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 : Adresse 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 Serémange-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 cidessous :

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 de 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

L'ensemble des établissements présente 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-dessous :

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. A noter que de nouveaux meubles en bois aggloméré ont été introduits dans les salles de classe de l'école du Centre en mars 2017. Pour les autres écoles, aucun meuble récent n'a été introduit dans les pièces depuis 6 mois.

2. CAMPAGNE(S) DE MESURES

2.1. PARAMETRES SUIVIS

Le **benzène** est l'une des substances jugées prioritaires en air intérieur par la communauté scientifique de par 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, un confinement élevé peut engendrer une accumulation de substances polluantes que les auteurs d'une étude lie 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 **teneurs en polluants** dans l'air intérieur vont **dépendre de plusieurs facteurs** complémentaires aux émissions des matériaux de construction et celles liées aux systèmes de chauffage : **sources d'émissions extérieures**³, **activités humaines** (utilisations de produits et

d'appareils domestiques, tabagisme⁴...), **réactions chimiques**⁵, **température et humidité relative des locaux**⁶, **ventilation** (mécanique et/ou naturelle)⁷.

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.

³ CSTB, (2001) : Étude expérimentale des conditions de transfert de la pollution atmosphérique d'origine locale à l'intérieur des bâtiments d'habitation, Convention de recherche ADEME, Rapport final.

⁴ Halios, C., Assimakopoulos, V., Helmis, C., Flocas, H: Investigating cigarette-smoke indoor pollution in a controlled environment. Science of The Total Environment, Vol 337, Issues 1–3, pages 183-190, 2005.

⁵ Thèse de Mélanie Nicolas (2006) : Ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de décoration et de construction – CSTB.

⁶ De Bellis, L., Haghighat, F., Material Emission Rates: Litterature review and the impact of indoor air temperature and relative humidity. Buildings and environment, 1998, Vol. 33, No 5. pp. 261 -277.

⁷Poupard O., Blondeau P., Iordache V., Allard F. Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools.

Atmospheric Environment, n° 39, p. 2071-2080, 2005.

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

- Le dioxyde de carbone
- Le benzène

2.2. TECHNIQUES DE MESURE

2.2.1. Le dioxyde de carbone

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



Figure 2 : Q-trak

2.2.2. Tubes à diffusion passive

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

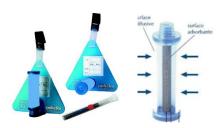


Figure 3 : Tubes passifs radiello

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

La quantité de molécules piégées dans la cartouche est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement.

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 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 $\mu g/m^3$) seront déterminées par analyse différée au Laboratoire Interrégional de Chimie 'SYNAIRGIE' situé à Schiltigheim accrédité par le COFRAC (n° 1-2092) par chromatographie liquide haute performance (HPLC) et d'une détection par absorption pour le formaldéhyde et d'une chromatographie en phase gazeuse (CPG) pour le benzène.

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 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 :

1ère campagne : du 6 au 10 février 2017 ;
 2nd campagne : du 24 au 28 avril 2017 ;
 3ème campagne : du 26 au 30 juin 2017 ;
 4ème campagne : du 6 au 10 novembre 2017.

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)⁸. Celuici 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 $10~\mu g/m^3$ par le décret n° 2012-14~du 5 janvier 2012^2 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 comparés à la valeur limite.

Selon le HCSP³, « des concentrations intérieures en benzène supérieures à $10\,\mu\text{g/m}^3$ 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 de qualité de l'air intérieur fixées par le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011⁴ désignent un niveau de concentration de polluants de l'air intérieur, déterminé pour un espace donné à atteindre à long terme pour protéger la santé des personnes. 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.

⁸ 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.

³ Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : Le Benzène-juin 2010, Rapport de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement

⁴ Décret n°2011-1728 du 2 décembre 2011 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du Public

- 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 2010³. La moyenne des concentrations mesurées sur deux périodes de mesures en saison contrastée est comparée à la valeur repère.

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

Tableau 6 : Valeurs réglementaires relatives au benzène

Valeur guide pour une	exposition long terme	Valeur repère 2017	Valeur limite
2 μg/m³ 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

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 par une première phase, 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.

Pour le formaldéhyde et le benzène, seules les moyennes annuelles tous établissements confondus sont disponibles sur l'ensemble de l'échantillon. Pour l'indice de confinement, une distinction par type d'établissement a été effectuée.

Données nationales FORMALDEHYDE (FA) :

	Répartitior MOYENNES a		Répartition des MOYENNES annuelles		
FA (µg/m³)	à l'échelle de l' ETABLISSEMENT		/m³) à l'échelle de l' ETABLISSEMENT à l'échelle de chaque PIECE		que PIECE
0 à ≤ 10	18,4%	90.40/	19,6%	97.90/	
10 à ≤ 30	71,0%	89,4%	68,2%	87,8%	
30 à ≤ 50	9,0%	40.69/	10,3%	12,2%	
50 à ≤ 100	à ≤ 100 1,6%		1,9%	12,270	
> 100	0,0% 0,0%		0,0%	0,0%	

Données nationales BENZENE (BE) :

	Répartition MOYENNES		Répartiti MOYENNES		
BE (µg/m³)	à l'échelle de l'ETA	BLISSEMENT	à l'échelle de c	haque PIECE	
0 à ≤ 2	42,6%	42,6%	35,7%	35,7%	
2 à ≤ 5	56,1%	E7 49/	63,3%	C4 00/	
5à≤10	1,3%	57,4%	0,9%	64,2%	
> 10	0,0%		0,1%	0,1%	

Figure 4 : Répartition des concentrations en formaldéhyde et en benzène par classes de concentrations en moyennes annuelles tous établissements confondus lors de la campagne nationale

	CONFINEMENT AU NIVEAU DES PIECES							
	GLOB	AL	CRECH	IES	MATERNE	LLES	ELEMENT	AIRES
Icone	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%

Figure 5 : Répartition de l'indice de confinement à l'échelle des pièces - campagne nationale

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. C'est pourquoi, le paragraphe ci-dessous détaille les conditions météorologiques observées lors des quatre campagnes de mesures mises en œuvre en 2017.

4.1. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 6 AU 10 FEVRIER 2017



météorologiques du 6 au 10 février 2017

La campagne de mesure s'est caractérisée par un temps nuageux avec de faibles précipitations lundi et mardi. Les températures chutent progressivement dans le courant de la semaine en lien avec l'arrivée d'une masse d'air froid accompagnée d'un temps plus venteux. Globalement et notamment en début de semaine, les conditions météorologiques étaient plutôt défavorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant. Durant toute la campagne, les vents étaient originaires du nord-est.

4.2. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 24 AU 28 AVRIL 2017

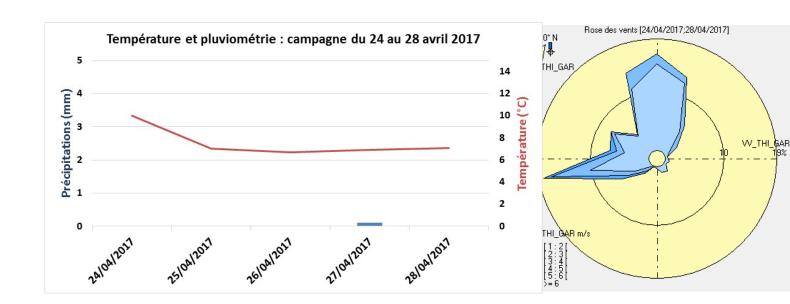


Figure 7 : Conditions météorologiques du 24 au 28 avril 2017

Cette semaine de mesure a présenté des conditions relativement stables et également défavorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant. Ces conditions se caractérisent par la présence de vents faibles, de températures de saison et l'absence de précipitations. Les vents étaient originaires de l'ouest en début de semaine en lien avec une masse d'air plus chaude et en ensoleillement un peu plus important. A partir du mercredi 26/4, le flux a basculé au nord avec l'apport d'un air plus frais.

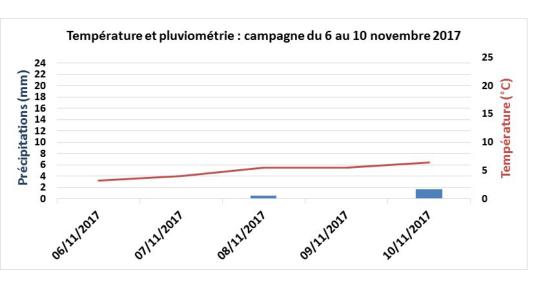
4.3. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 26 AU 30 JUIN 2017



Figure 8 : Conditions météorologiques du 26 au 30 juin 2017

Le temps estival observé en tout début de campagne a rapidement laissé place à des conditions perturbées caractérisées par de fortes précipitations notamment les 27 et 29 juin. Une chute des températures est également observée dans le courant de la semaine. Des conditions plus ensoleillées et plus stables sont de retour pour la journée du vendredi. Des vents forts du sud-ouest ont été enregistrés. Ces conditions ont favorisé une bonne qualité de l'air.

4.4. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DU 6 AU 10 NOVEMBRE 2017



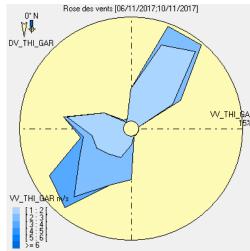


Figure 9 : Conditions météorologiques du 6 au 10 novembre 2017

La campagne de mesure est marquée par un temps assez stable mais nuageux malgré quelques rayons de soleil en début de semaine. Les précipitons observées se traduisent par des pluies fines à faible volumétrie. Les vents faibles sont originaires du nord-est pour le début de la semaine puis le flux bascule d'abord à l'ouest (vents faibles) puis au sud-ouest avec des vents un peu plus forts et une masse d'air plus douce. Les conditions observées notamment lors des flux originaires du nord et de l'ouest (vents plus faibles) n'ont pas favorisé 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.

Campagne	École Bouton d'Or	École du Centre	École Bosment	École Marcel Pagnol
Février 2017	1	1	3	3
revrier 2017	Faible	Faible	Elevé	Elevé
Avail 2017	2	2	2	-
Avril 2017	Moyen	Moyen	Moyen	-
Luin 2017	0	2	2	1
Juin 2017	Nul	Moyen	Moyen	Faible
Novembre 2017	0	1	2	2
Novembre 2017	Nul	Faible	Moyen	Moyen

Tableau 7 : Valeur des indices de confinement obtenus

Pour l'école Bouton d'Or et l'école du Centre, le confinement est satisfaisant pour l'ensemble des périodes puisqu'il ne dépasse pas la valeur de 2 ce qui correspond à un confinement moyen. Pour l'école

du Centre et l'école Marcel Pagnol, un indice de confinement élevé (indice 3) a été observé en février. Les températures plus froides à cette période ont pu freiner l'ouverture des fenêtres. Hormis pour la campagne de février, le renouvellement de l'air est globalement satisfaisant pour l'ensemble des établissements.

5.2. LE BENZENE

5.2.1. Résultats des campagnes 2017 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 réplicas ont été réalisés afin de valider les résultats. En raison d'un problème analytique, les valeurs extérieures pour la campagne d'avril à l'école Marcel Pagnol et la campagne de juin à l'école Bouton d'Or n'ont pas pu être obtenues.

Ces campagnes n'ont pas été réalisées dans le cadre des obligations réglementaires relatives à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public.

Campagne de février 2017 :

Tableau 8 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de février 2017 (résultats exprimés en $\mu g/m^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton	Pièce 1	2,8	2.0	2,7
d'Or	Pièce 2	3,0	- 2,9	
École du Centre	Pièce 1	3,0	2.7	2,6
	Pièce 2	2,4	2,7	
École Bosment	Pièce 1	2,9	2,9	3,1
École Marcel Pagnol	Pièce 1	4,6	4.2	5,3
	Pièce 2	4,0	4,3	

La valeur moyenne la plus forte atteint 4,3 μ g/m³ et est observée à l'école Marcel Pagnol. Pour les autres établissements, les concentrations se situent entre 2,7 et 2,9 μ g/m³.

Lors des études précédentes, la comparaison entre les concentrations en air intérieur et air extérieur ont montrés qu'elles se recoupent de façon systématique est que de fait l'air extérieur constitue la principale source de benzène au sein des établissements. La concentration observée à l'extérieur de l'école Marcel Pagnol (5,3 $\mu g/m^3$) est supérieure à celle observée dans les pièces ce qui confirme que comme pour les années précédentes, la source majoritaire de benzène est l'air extérieur.

Pendant la campagne de mesure, les vents étaient originaires du sud-ouest. L'école Marcel Pagnol se situait sous les vents dominant pendant cette période ce qui explique qu'elle soit la plus impactée par les émissions de la cokerie.

Les concentrations mesurées dans les pièces de l'école Marcel Pagnol restent cependant inférieures à la valeur limite de $10 \, \mu g/m^3$.

Campagne d'avril 2017 :

Tableau 9 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne d'avril 2017 (résultats exprimés en $\mu g/m^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton	Pièce 1	5,8	. .	8,8
d'Or	Pièce 2	5,1	- 5,5	
École du Centre	Pièce 1	2,2	2.1	2,3
	Pièce 2	2	2,1	
École Bosment	Pièce 1	4,4	4,4	5,7
École Marcel Pagnol	Pièce 1	1,6	1.7	
	Pièce 2	1,8	1,7	-

Pour cette campagne de mesure, c'est l'école Bouton d'Or qui présente les valeurs les plus élevées (5,5 $\mu g/m^3$ en moyenne) suivie de l'école Bosment (4,4 $\mu g/m^3$). Les concentrations observées dans l'école du Centre et l'école Bosment sont plus modérées.

Les concentrations mesurées à l'extérieur s'élèvent respectivement à 8,8 $\mu g/m^3$ pour l'école Bouton d'Or et à 5,7 $\mu g/m^3$ pour l'école Bosment et sont donc nettement supérieures aux valeurs mesurées dans les pièces.

Deux directions de vents majoritaires ont été identifiées lors de la période de mesure marquée par des conditions météorologiques stables peu favorables à la dispersion des polluants :

- Un vent d'Ouest en début de semaine qui a impacté l'école Bouton d'Or située à l'Est de la cokerie,
- un vent de Nord à partir du milieu de semaine : l'école Bosment, au sud de la cokerie, était donc située sous les vents de la cokerie lors de cette période.

La valeur limite de 10 μg/m³ n'est pas dépassée.

Campagne de juin 2017 :

Tableau 10 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de juin 2017 (résultats exprimés en $\mu g/m^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure	
École Bouton	Pièce 1	1,6	17	-	
d'Or	Pièce 2	1,8	1,7		
École du Centre	Pièce 1	1,5	17	1,5	
	Pièce 2	1,8	1,7		
École Bosment	Pièce 1	1,8	1,8	2,5	
École Marcel	Pièce 1	1,5	1.5	1.1	
Pagnol	Pièce 2	1,5	1,5	1,1	

Pour cette campagne de mesure, les valeurs observées sont globalement faibles et similaires d'un établissement à l'autre. Cela s'explique par des conditions météorologiques (présence de précipitations et de vents forts) favorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant. Aucune différence significative n'a été observée entre les concentrations observées à l'intérieur et à l'extérieur des établissements.

Campagne de novembre 2017 :

Tableau 11 : Concentrations en benzène observées dans les établissements pour la campagne de novembre 2017 (résultats exprimés en $\mu g/m^3$).

Établissement	Salle	Concentration en benzène	Moyenne établissement	Valeur extérieure
École Bouton	Pièce 1	4,5	5,1	3,3
d'Or	Pièce 2	5,6		
École du Centre	Pièce 1	1,8	1.7	1,3
	Pièce 2	1,6	1,7	
École Bosment	Pièce 1	3,5	3,5	4,4
École Marcel Pagnol	Pièce 1	1,6	1.7	1.2
	Pièce 2	1,8	1,7	1,2

La concentration moyenne la plus forte est observée pour l'école Bouton d'Or $(5,1 \, \mu g/m^3)$ suivie de l'école Bosment $(3,5 \, \mu g/m^3)$. Les valeurs moyennes pour l'école du Centre et l'école Marcel Pagnol s'élèvent à $1,7 \, \mu g/m^3$.

Comme pour la campagne d'avril, la période de mesure s'est caractérisée par plusieurs régimes de vents. En début de semaine, des vents du Nord-Est ont été mesurés impactant l'école du Bosment au sud de la cokerie. En milieu de semaine, des vents de secteur Ouest puis du Sud-Ouest ont été mise en évidence. L'école Bouton d'Or se situait sous les vents de la cokerie à cette période ce qui peut expliquer les concentrations observées.

Pour l'école Bosment, la valeur mesurée à l'extérieur (4,4 μ g/m³) est supérieure à celle observée à l'intérieur de l'établissement (3,5 μ g/m³). Pour l'école Bouton d'Or, l'inverse est observé puisque la moyenne de l'établissement (5,1 μ g/m³) dépasse la concentration extérieure (3,3 μ g/m³).

En ce qui concerne la comparaison entre air intérieur et air extérieur le « 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 » indique les éléments suivants : « notamment en cas de dépassement de la valeur limite, il conviendra de vérifier si les concentrations intérieures concernées et la concentration extérieure sont ou ne sont pas du même ordre de grandeur. Pour cela, et seulement dans le cadre de cette comparaison intérieur/extérieur, il est recommandé d'appliquer une incertitude de ± 30% à chaque concentration (incertitude fixée pour une mesure indicative). S'il s'avère que les concentrations, aux incertitudes de mesure près, se recoupent, les investigations complémentaires devront également porter en priorité sur l'environnement extérieur de l'établissement, qui représente dans ce cas la source majoritaire de benzène ». Cette comparaison a été effectuée pour la campagne de novembre dans le graphique ci-après :

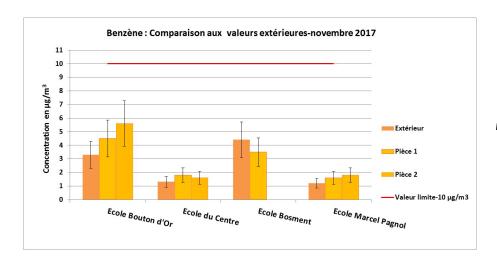


Figure 10 : Conditions météorologiques du 6 au 10 novembre 2017

Si l'on considère l'incertitude de 30 %, la concentration à l'extérieur de l'école Bouton d'Or se recoupe avec celles observées dans les pièces. Les concentrations extérieures sont donc la principale source de benzène dans l'établissement. Cela est également confirmé par le fait qu'aucune source de benzène n'a été identifiée à l'intérieur des pièces.

5.2.1. Moyennes annuelles 2017 et comparaison aux valeurs guides

La réalisation de quatre campagnes à des saisons distinctes a permis d'estimer la concentration moyenne observée pour chaque établissement et de les comparer aux différentes valeurs guides ainsi qu'à la valeur repère. Les moyennes obtenues pour l'année 2016 sont comparées à celles des années précédentes.

Le tableau ci-après présente les différentes moyennes annuelles obtenues pour l'année 2017.

Tableau 12 : Moyennes annuelles pour le benzène pour l'année 2017 en μg/m³

Établissement	Salle	Concentration moyenne en benzène 2017 en μg/m³
	Pièce 1	3,7
École Bouton d'Or	Pièce 2	3,9
Ecole Bouton d Of	Moyenne	3,8
	Extérieur	4,9
	Pièce 1	2,1
É-ala da Cantina	Pièce 2	2,0
École du Centre	Moyenne	2,1
	Extérieur	1,9
	Pièce 1	3,2
École Bosment	Moyenne	3,2
	Extérieur	3,9
	Pièce 1	2,3
École Marcel Pagnol	Pièce 2	2,3
_	Moyenne	2,3
	Extérieur	2,5
Valeur repère/valeur guide	2	
Valeur guide 2013	5	

Pour l'année 2017, les moyennes annuelle dans l'ensemble des pièces dépassent la valeur guide de $2 \mu g/m^3$.

L'école Bouton d'Or présente la valeur moyenne la plus élevée avec 3,8 $\mu g/m^3$. Cette valeur est près de deux fois supérieure à la valeur guide de 2 $\mu g/m^3$.

La moyenne pour l'école Bosment s'élève à $3,2~\mu g/m^3$. Comme pour l'école Bouton d'Or, cet établissement s'est régulièrement retrouvé sous les vents de la cokerie lors des campagnes de mesure de 2017.

Les écoles du Centre et l'école Marcel Pagnol présentent des concentrations plus faibles et ont été moins impactées par les émissions de la cokerie.

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

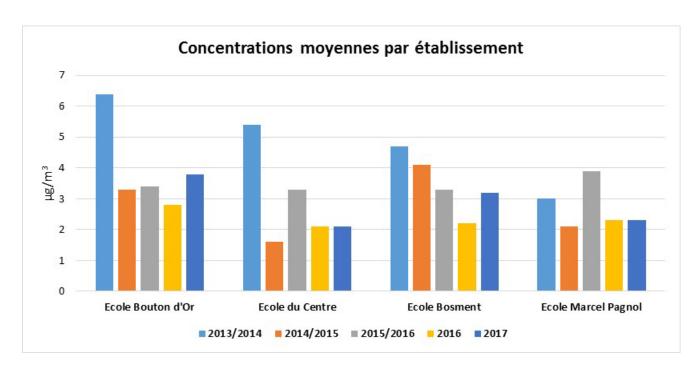


Figure 11 : Evolution de la concentration moyenne par établissement

Pour l'école Bouton d'Or, la moyenne annuelle de 2017 est plus élevée que pour les années précédentes hormis l'année 2013/2014. En effet, l'année 2013/2014 avait enregistré les niveaux de benzène les plus élevés pour la majorité des établissements.

Pour l'école du Centre et l'école Marcel Pagnol, la moyenne annuelle de 2017 est similaire à celle de 2016.

En ce qui concerne l'école Bosment, la moyenne annuelle pour 2017 est supérieure à celle de l'année 2016 mais reste toutefois inférieure aux moyennes annuelles enregistrées au cours des années 2013/2014 à 2015/2016.

CONCLUSION

L'évaluation des niveaux de benzène qui s'est déroulée sur quatre phases de l'année 2017 dans des établissements recevant du public situés à proximité de la cokerie de Serémange-Erzange a permis de mettre en évidence certains éléments :

- Des indices de confinement globalement satisfaisants, témoignant d'un renouvellement de l'air adapté. Certaines écoles (Bosment et Marcel Pagnol) présentent cependant un indice de confinement élevé lors de la campagne de février.
- La valeur limite en benzène de 10 μg/m³ n'a pas été dépassée.
- Comme pour les études précédentes, la comparaison entre les niveaux relevés à l'intérieur et à l'extérieur des établissements indique que la **principale source de benzène dans les établissements est l'air extérieur**. Les concentrations observées dans les écoles restent donc très liées aux conditions météorologiques qui conditionnent les valeurs à l'extérieur et à l'intérieur des établissements.
- Lors des campagnes d'avril et de novembre 2017, les écoles Bouton d'Or et Bosment situées sous les vents de la cokerie, présentent les concentrations les plus élevées. Les vents de Nord ont favorisé l'augmentation des concentrations de benzène pour l'école Marcel Pagnol lors de la campagne de février. Pour la campagne de juin, les niveaux observés sont faibles en lien avec des conditions météorologiques favorables à la dispersion des polluants dans l'air ambiant.
- La valeur guide pour une exposition long terme applicable depuis le 1^{er} janvier 2016 fixée à $2 \mu g/m^3$ est dépassée pour l'ensemble des pièces. La moyenne annuelle pour l'école Bouton d'Or (3,8 $\mu g/m^3$) est ainsi près de deux fois plus élevée que la valeur guide de $2 \mu g/m^3$ applicable en 2017.

Pour l'année 2017, certains établissements présentent des concentrations encore élevées. Ces valeurs sont liées à l'impact de la cokerie et dépendent des conditions météorologiques et notamment des directions de vents.



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