

## Campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur

### Ecole primaire de Schleithal

Rapport relatif à la campagne de mesures qui s'est déroulée du 13 au 17 janvier 2014



**Référence interne : 400-13**

ASPA 14021701-ID

Version du 17 février 2014

### **Conditions de diffusion du document :**

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'ASPA en terme de « Source d'information ASPA 14021701-ID».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Sur demande, l'ASPA 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.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'ASPA.
- L'ASPA peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.

### **Intervenants :**

- Intervenants techniques :

- Préleveurs passifs : Agnès Bertrand

- Intervenants études :

- Gestion du projet : Nathalie Leclerc
- Organisation de la campagne : Agnès Bertrand
- Rédaction du rapport : Agnès Bertrand
- Tiers examen du rapport : Nathalie Leclerc
- Approbation finale : Emmanuel Rivière

## TABLE DES MATIERES

<b>I.</b>	<b>Cadre et objectifs de l'étude .....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>La campagne de mesures .....</b>	<b>5</b>
	1) Paramètres mesurés : .....	5
	2) Méthode d'échantillonnage .....	5
	• COV et aldéhydes : Prélèvements passifs : .....	5
	• Paramètres d'ambiance : température et humidité relative : .....	6
	3) Sites instrumentés et période de mesure .....	7
<b>III.</b>	<b>Les résultats de la campagne de mesures .....</b>	<b>9</b>
<b>1.</b>	<b>Les paramètres d'ambiance : température et humidité relative.....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>Suivi des aldéhydes .....</b>	<b>9</b>
	1) Les valeurs guides (VGAI).....	9
	2) Les concentrations mesurées .....	10
	3) Référence aux autres campagnes de mesure réalisées en air intérieur.....	11
<b>3.</b>	<b>Suivi des COV.....</b>	<b>12</b>
	1) Les valeurs guides (VGAI).....	12
	2) Les concentrations mesurées .....	12
	3) Référence aux autres campagnes de mesure réalisées en air intérieur.....	14
<b>IV.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>15</b>
	<b>Annexe 1 : Présentation des polluants mesurés .....</b>	<b>16</b>
	<b>Annexe 2 : Valeurs guides et valeurs repères.....</b>	<b>19</b>

## I. CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans son Plan régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2011-2015, qui constitue son programme d'action pour cette période, l'ASPA, association de surveillance et d'étude de la qualité de l'air en Alsace, décline 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. Le bâtiment, à travers sa conception (matériaux, isolation, renouvellement de l'air, système de ventilation, ameublement, services) peut en effet influencer notablement la qualité de l'air intérieur.

Dans le cadre de son projet associatif, l'ASPA accepte donc de mettre à disposition ses moyens et son expertise afin de réaliser un suivi de la qualité de l'air intérieur dans différents locaux visant à apporter des améliorations d'intérêt général dans la connaissance de la problématique de l'air intérieur, pouvant conduire à l'identification des sources d'émission et la compréhension des phénomènes associés.

En 2013, la mairie de Schleithal a signalé à l'académie de Strasbourg un problème d'odeur persistante de fioul dans une des salles de classe de l'école communale. Celle-ci incommoder l'enseignante qui se préoccupe également de l'impact potentiel sur la santé des enfants. Les odeurs perçues semblent provenir d'émissions liées au stockage du fioul ; la cuve est installée au sous-sol du bâtiment, en dessous de la salle de classe.

Concernant la ventilation de la cave (lieu de stockage de la chaudière et de la cuve), celle-ci se fait par l'ouverture de vasistas ainsi que par un conduit d'aération placé à l'arrière de la chaudière (sortie haute en toiture). L'aération des salles de classe est assurée par ouverture des ouvrants, le bâtiment n'est pas équipé d'un système de ventilation mécanique.

Le conseil départemental de prévention de l'académie de Strasbourg, Monsieur Dournel, a ainsi contacté l'ASPA pour la réalisation d'un suivi de la qualité de l'air dans l'école de Schleithal en lien avec l'Agence Régionale de Santé. L'ASPA a mis en place des prélèvements passifs sur 4,5 jours dans la salle de classe (en présence des enfants), dans la cave (avec le système de chauffe en marche) ainsi qu'à l'extérieur (pour appréhender les transferts de pollution de l'extérieur vers l'intérieur).

L'objectif de cette campagne est de caractériser qualitativement et quantitativement la présence de certains composés organiques volatils et aldéhydes. Les paramètres de confort (température et humidité relative) ont été également évalués.

*L'étude ne permet pas de qualifier les niveaux observés en regard des normes annuelles de qualité de l'air. On considérera les niveaux déterminés comme des concentrations représentatives de la période couverte.*

## II. LA CAMPAGNE DE MESURES

### 1) Paramètres mesurés :

De nombreuses études sur la qualité de l'air intérieur ont déjà été menées, et ceci dans différents lieux de vie : habitats, écoles, bureaux, etc. Elles ont toutes mis en évidence une spécificité de la pollution de l'air intérieur. Il s'avère qu'en phase gazeuse les composés chimiques présents sont principalement des **Composés Organiques Volatils (COV)** regroupant une multitude de substances de familles chimiques distinctes. Sont ainsi décelés dans les ambiances intérieures de manière plus significative certains **aldéhydes** (dont le formaldéhyde majoritairement et de manière quasi-systématique), certains hydrocarbures aromatiques dont le **benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes** communément appelés **BTEX**, mais également des COV appartenant aux **terpènes, cétones, alcools, éthers de glycol...**

Ces substances chimiques peuvent être émises par de nombreuses sources telles que les matériaux de construction et de décoration, mobiliers, produits d'entretien, peintures, vernis, colles, revêtements de sols, appareils à combustion (voir annexe I).

Les teneurs en polluants dans l'air intérieur vont dépendre de plusieurs facteurs : sources d'émissions intérieures et extérieures<sup>1</sup>, activités humaines, renouvellement de l'air, réactions chimiques (réaction de l'ozone avec les matériaux : puits d'ozone mais formation d'aldéhydes dont le formaldéhyde)<sup>2</sup>, température et humidité relative des locaux<sup>3</sup>, etc.

Concernant la problématique particulière rencontrée dans la salle de classe, le stockage de fioul domestique peut être à l'origine d'émanations de COV de la famille des alcanes et de celle des hydrocarbures aromatiques comme le benzène, le toluène et les xylènes.

Ces composés ainsi que les aldéhydes, qui constituent des indicateurs de la qualité de l'air intérieur, ont été recherchés dans le cadre de ce suivi.

Les paramètres physiques température et humidité relative ont été recueillis en parallèle. En effet, ces paramètres conditionnent le confort hygrothermique d'une pièce et peuvent influencer sur les émissions d'aldéhydes et de COV ainsi que sur la préservation du bâti.

### 2) Méthode d'échantillonnage

- **COV et aldéhydes : Prélèvements passifs :**

Les prélèvements d'aldéhydes et de COV sont réalisés à l'aide de tubes passifs. Le principe de fonctionnement de ce mode de prélèvement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur une cartouche (support solide imprégné de réactif chimique ou support adsorbant). La quantité de molécules piégées sur l'adsorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant. Les cartouches sont ensuite analysées en laboratoire et donnent une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition (valeurs en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Pour cette campagne, ont été réalisées :

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Thèse de Mélanie Nicolas (2006) : Ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de décoration et de construction – CSTB.

<sup>3</sup> De Bellis, L., Haghghat, 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.

→ Des mesures par tube à diffusion passive (photos 1 et 2) contenant un absorbant permettant le suivi des aldéhydes sur une période de 4,5 jours. L'analyse a été réalisée au GIE-LIC Laboratoire Inter-régional de Chimie par une Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) couplée à un détecteur Ultra-Violet (UV) selon la norme NF-ISO 16000-4.

→ Des mesures par tube à diffusion passive contenant un adsorbant permettant le suivi les **BTEX** une période de 4,5 jours. Les tubes passifs ont été analysés au GIE-LIC Laboratoire Inter-régional de Chimie<sup>4</sup> par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CG-MS) et à un détecteur à ionisation de flamme (FID) selon la norme NF-ISO 16017-2. Pour compléter l'interprétation des résultats quantitatifs, une analyse qualitative d'un spectre plus large de COV est réalisée sur un échantillon posé en air intérieur.



Photos 1 et 2 : Tubes passifs Radiello® et son support

- **Paramètres d'ambiance : température et humidité relative :**

→ Des sondes Ebro EBI (photo 3) ont été installées sur deux sites intérieurs (salle de classe et cave) et sur un site extérieur afin de suivre l'évolution de la température et de l'humidité relative. Les résultats obtenus sont enregistrés au pas de temps de 10 minutes.



Photo 3 : sonde Ebro Ebi.

<sup>4</sup> GIE-LIC : laboratoire au sein duquel coopèrent plusieurs AASQA (Associations Agréées de surveillance de la qualité de l'air) et qui exerce son activité dans les locaux de l'ASPA.

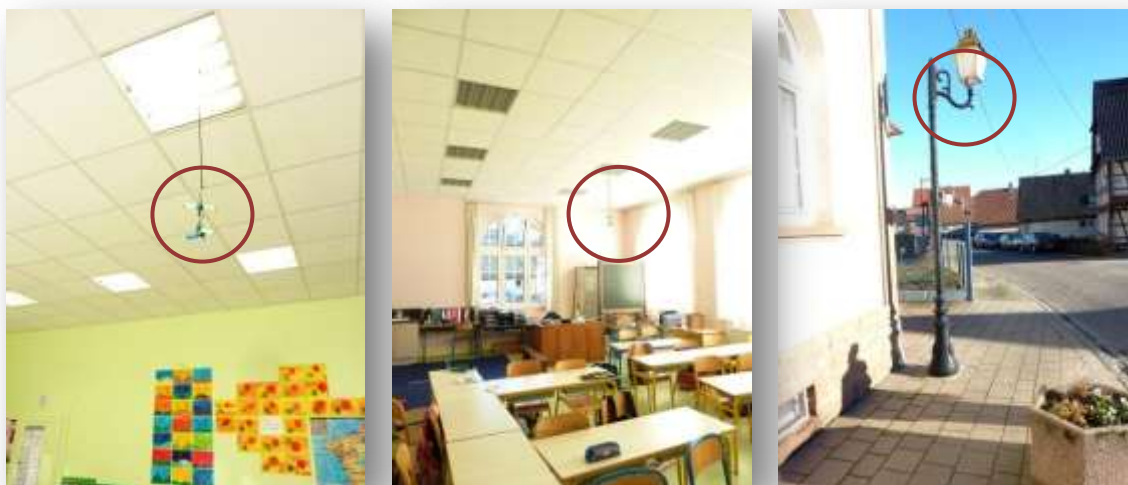
### 3) Sites instrumentés et période de mesure

Les prélèvements passifs et les mesures de confort ont été réalisés sur une période de 4,5 jours du lundi 13 au vendredi 17 janvier 2014. Les mesures ont été réalisées dans la salle de classe (CE1/CE2 –photos 4 et 5) et dans la cave (photos 7 à 10 – tableau 1). Un point de prélèvement a par ailleurs été installé à l'extérieur pour appréhender les phénomènes de transfert de l'extérieur vers intérieur (photo 6).

Dans la cave, la chaudière et la cuve sont séparées par un mur et communiquent par l'intermédiaire d'une petite porte (voir photo 10). L'accès à l'étage se fait par l'intermédiaire d'une porte. Le bâtiment ne présente aucun système de ventilation mécanique spécifique. Lors des mesures les vasisas de la cave sont restés ouverts (photo 8).

	Salle de classe	Cave	EXT
Aldéhydes	X		
BTEX	X	X	X
T/HR	X	X	X

**Tableau 1** : Récapitulatif des mesures réalisées à Schleithal.



Photos 4 et 6 : Dispositif passif installé dans la salle de classe et site extérieur.



Photos 7 et 8 : sas d'accès à la cave et vasistas.



Photos 9 et 10 : Dispositif passif installé à proximité de la chaudière et compartiment fermé où se trouve la cuve à fioul.



### III. LES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

#### 1. Les paramètres d'ambiance : température et humidité relative

La température et l'humidité relative (HR) sont des facteurs qui peuvent agir sur les émissions de substances volatiles chimiques et donc sur la qualité de l'air intérieur<sup>5</sup>.

L'humidité relative est un paramètre important pour le confort hygrométrique et sur le plan sanitaire. Une humidité relative trop importante peut favoriser le développement de moisissures et inversement, une humidité trop faible peut donner une sensation de sécheresse gênante sur le plan respiratoire, cutanée et oculaire. La plage couramment admise pour les variations d'humidité relative intérieure permettant à la fois un bon confort hygrométrique et une préservation du bâti est d'environ 35 à 65%<sup>6</sup>.

Les statistiques de températures et d'humidité relative sur la période d'exposition sont les suivantes :

	Température en °C			Humidité relative en %		
	Salle de classe	Cave	Extérieur	Salle de classe	Cave	Extérieur
<b>MOY</b>	<b>19,1</b>	<b>26,0</b>	<b>5,7</b>	<b>46</b>	<b>35</b>	<b>90</b>
MAX	23,7	27,2	17,4	58	44	97
MIN	14,1	21,6	0,4	33	30	44

**Tableau 2 : Statistiques de température et d'humidité relative**

Les températures observées dans la salle de classe varient entre 14,1°C (mercredi matin) et 23,7°C avec une moyenne de 19,1°C. Le taux d'humidité relative a fluctué entre 33% et 58% pour une moyenne de 46% (dans la place admise du bon confort hygrométrique).

Les températures observées dans la cave varient entre 21,6°C et 27,2°C avec une moyenne de 26°C. Le taux d'humidité relative a fluctué entre 30% et 44% pour une moyenne de 35%.

#### 2. Suivi des aldéhydes

##### 1) Les valeurs guides (VGA)

Les analyses réalisées permettent la caractérisation de 7 composés de la famille des aldéhydes (formaldéhyde, acétaldéhyde, propionaldéhyde, butyraldéhyde, benzaldéhyde, isovaléraldéhyde, valéraldéhyde).

Au sein de cette famille de polluants, deux composés suscitent un intérêt particulier au regard de leurs effets sur la santé : **le formaldéhyde et l'acétaldéhyde**.

<sup>5</sup> De Bellis, L., Haghghat, 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.

<sup>6</sup> R. Fauconnier, Diagramme des plages de confort température-humidité - article « L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires » - numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement – 1992.

Le formaldéhyde (composé organique très volatil<sup>7</sup>) est classé cancérigène depuis juin 2004 par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). C'est également un irritant des yeux, de la gorge et du nez. Le formaldéhyde fait aussi partie des polluants dont le suivi sera obligatoire dans certains établissements recevant du public. A ce titre, des valeurs guides en air intérieur ont été publiées (décret 2011-1727 du 2 décembre 2011), basées sur les travaux de l'ANSES (voir annexe 2).

L'acétaldéhyde quant à lui est également un irritant et a été classé cancérigène possible par le CIRC et est une substance référencée prioritaire pour l'établissement de valeurs guides de qualité d'air intérieur (ANSES 2010) dont les valeurs sont à venir.

Le tableau 3 suivant récapitule les valeurs guides pour le formaldéhyde.

Polluant	Valeurs guides long terme
Formaldéhyde	2015 : <b>30</b> µg/m <sup>3</sup> 2023 : <b>10</b> µg/m <sup>3</sup> (décret 2011-1727)

**Tableau 3** : Valeurs de référence pour le formaldéhyde

## 2) Les concentrations mesurées

Les aldéhydes étant des composés retrouvés majoritairement en ambiance intérieure, le site extérieur n'a pas été équipé.

Le tableau 4 présente les résultats des analyses en aldéhydes cités précédemment. La figure 1 présente sous forme d'histogramme un récapitulatif des concentrations en formaldéhyde.

Les niveaux en formaldéhyde mesurés dans la salle de classe présentent des teneurs de 14,1 µg/m<sup>3</sup>.

Les teneurs en acétaldéhyde sont également faibles (3,7 µg/m<sup>3</sup>), tout comme les concentrations des autres aldéhydes.

Polluants en µg/m <sup>3</sup>	Salle de Classe CE1/CE2
formaldéhyde	<b>14,1</b>
acétaldéhyde	<b>3,7</b>
propionaldéhyde	1,3
butyraldéhyde	4,8
benzaldéhyde	<0,3
isovaléraldéhyde	<0,5
valéraldéhyde	1,2

**Tableau 4** : Concentrations des aldéhydes mesurées à l'école communale de Schleithal.

<sup>7</sup> Selon la norme NF ISO 16000-6, les COTV sont des composés de moins de 6 atomes de carbone ayant un point d'ébullition < 0 - 50/100°C.

Au regard des valeurs de référence, la concentration en formaldéhyde mesurée dans la salle de classe durant la campagne est inférieure à la valeur guide long terme fixée à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour 2015.

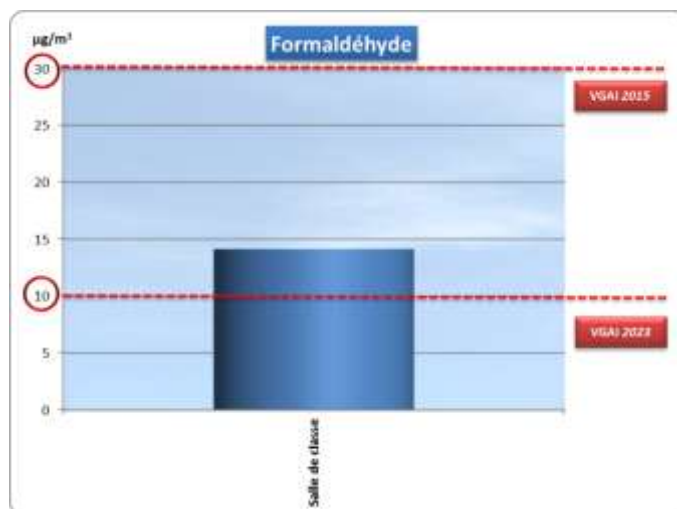


Figure 1 : Concentrations en formaldéhyde au regard des valeurs de référence.

Soulignons que, pour pouvoir se référer à des valeurs guides long terme, deux séries de prélèvements par méthode passive sont recommandées, programmées chacune dans des conditions climatiques contrastées afin de prendre en compte les variabilités temporelles des concentrations de polluants dans l'air.

### 3) Référence aux autres campagnes de mesure réalisées en air intérieur

- **Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les écoles 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 MEDDE sur une période de 2 ans. Cette campagne avait pour but de définir les modalités de la surveillance obligatoire de la qualité de l'air. Au total, 310 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 déterminées notamment à partir du taux de concentration en  $\text{CO}_2$  ont été réalisées.

Le tableau 5 présente les résultats de la campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France (2009-2011). Rappelons que cette campagne a été réalisée sur **deux périodes distinctes (hivernale et estivale)** et a permis d'établir une moyenne annuelle. Dans notre cas, une seule période ne permet pas d'établir cette moyenne annuelle, la comparaison se fait donc à titre indicatif.

Résultats campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France (2009-2011)

Concentrations moyennes en formaldéhyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Proportion d'établissements
0 à 30	89%
30 à 50	9%
50 à 100	2%
>à 100	0%

Tableau 5: Concentrations mesurées en formaldéhyde lors de la campagne pilote écoles et crèches de 2009-2011.

### 3. Suivi des COV

Les analyses réalisées permettent la caractérisation des composés de la famille des COV dont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les m-p-xylènes, le o-xylène. Au sein de cette famille de polluants, un composé suscite un intérêt particulier au regard de ses effets sur la santé à savoir **le benzène** car il est classé cancérigène certain par le CIRC -groupe 1 ainsi que par l'Union Européenne.

Rappelons que les COV sont présents en air intérieur dans de nombreux produits ménagers, de peinture et décoration et sont émis également lors de la combustion et/ou l'évaporation de carburant/fioul domestique (voir annexe I).

#### 1) Les valeurs guides (VGAI)

Le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie a fixé par décret du 2 décembre 2011 (n°2011-1727) des **valeurs guides** pour l'air intérieur pour le benzène présentées dans le tableau 7 suivant.

Polluant	Valeurs guides long terme
Benzène	2013 : 5 µg/m <sup>3</sup> 2016 : 2 µg/m <sup>3</sup> (décret 2011-1727)

**Tableau 7 :** Principales valeurs de référence pour le benzène.

#### 2) Les concentrations mesurées

Le tableau 8 présente les résultats des analyses réalisées sur la période de 4,5j. La figure 2 présente sous forme d'histogramme un récapitulatif des concentrations en benzène.

A l'intérieur des locaux, le benzène est présent à des concentrations moyennes de 5,9 µg/m<sup>3</sup> dans la salle de classe et de 11,6 µg/m<sup>3</sup> dans la cave.

Polluants en µg/m <sup>3</sup>	Salle de Classe CE1/CE2	Cave	Ext
Benzène	5,9	11,6	2,2
Toluène	20,6	52,6	2,0
éthylbenzène	10,2	28,0	0,3
m-p-xylènes	25,1	68,8	0,9
o-xylène	9,1	27,8	0,4

**Tableau 8 :** Concentrations en BTEX.

Pour information, dans les différentes campagnes réalisées ces dernières années par l'OQAI, il apparaît que les teneurs en benzène mesurées en saison froide sont significativement supérieures à celles mesurées en saison chaude (niveaux extérieurs plus élevés en hiver liés aux sur-émissions - chauffage notamment - et aux conditions atmosphériques permettant une moindre dispersion).

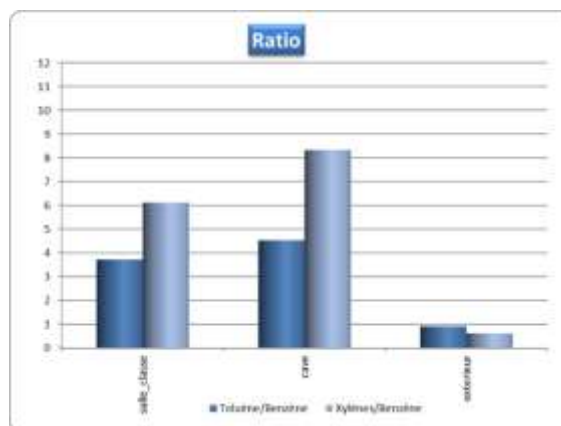
Le toluène est quant à lui présent à des teneurs de  $20,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la salle de classe et  $52,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la cave. Les xylènes (somme des trois composés m+p+o xylènes) sont également élevés allant jusqu'à  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la salle de classe et  $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans la cave.

Pour information, la combustion du fioul domestique émet prioritairement des xylènes, du toluène et du benzène.

Les rapports de concentrations entre la salle de classe et la cave (tableau 9), ainsi que les ratios entre les polluants (figure 2) confirment l'origine des composés aromatiques retrouvés dans la salle de classe.

	Ratio salle de classe / cave
Benzène	51%
Toluène	39%
Ethylbenzène	36%
Xylènes	35%

**Tableau 9** : Ratio entre la salle de classe et la cave



**Figure 2** : Ratio : toluène/benzène, xylènes/benzène pour la salle de classe et cave et extérieur.

En ambiance extérieure, le niveau de benzène est d'environ  $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Soulignons que le benzène fait l'objet de seuils à ne pas dépasser dans l'air ambiant extérieur, fixés par le code de l'environnement – article R221-1. Ainsi, l'objectif annuel de qualité de l'air est de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur limite annuelle est de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à partir de 2010. Pour comparaison, les niveaux annuels observés sur une station trafic à Strasbourg ont été de  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2013.

En référence aux valeurs guides en air intérieur, sur une seule période de mesure hivernale, les niveaux en benzène se révèlent, sur l'ensemble les sites instrumentés en air intérieur, supérieurs aux valeurs guides fixées pour 2013 et 2016 (figure 3).

Les niveaux observés en air extérieur sont légèrement supérieurs à l'objectif de qualité de l'air fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>.

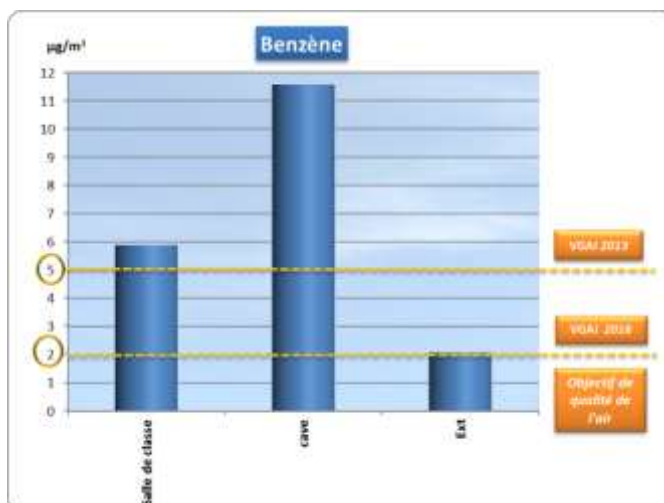


Figure 3 : Concentrations en benzène au regard des valeurs de référence.

L'analyse qualitative des autres COV menée sur les échantillons exposés en environnement intérieur, indique la présence en quantité plus ou moins forte dans la cave notamment, de composés caractéristiques du fioul domestique (alcanes et hydrocarbures) dont le plus important est le méthyl-cyclohexane.

### 3 Référence aux autres campagnes de mesure réalisées en air intérieur

#### Surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les écoles et crèches (2009-2011)

Les résultats en benzène (seul composé des BTEX suivi) de la campagne pilote nationale de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises ont montré que 43% des 310 établissements instrumentés, présentent des concentrations moyennes annuelles, à l'échelle de l'établissement, inférieures à 2 µg/m<sup>3</sup>, valeur considérée comme satisfaisantes et ne justifiant pas d'action spécifique (tableau 10). 56% d'entre eux ont une moyenne comprise entre 2 et 5 µg/m<sup>3</sup>, valeur actuellement satisfaisante, mais qui ne respectera plus les normes dans les prochaines années (valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup> à atteindre en 2016).

Rappelons que cette campagne a été réalisée sur **deux périodes distinctes (hivernale et estivale)** et a permis d'établir une moyenne annuelle. Dans notre cas, une seule période ne permet pas d'établir cette moyenne annuelle, la comparaison se fait donc à titre indicatif.

#### *Résultats campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air*

#### *dans les écoles et crèches en France (2009-2011)*

Concentrations moyennes en benzène (µg/m <sup>3</sup> )	Proportion d'établissements
0 à 2	43%
2 à 5	56%
5 à 10	1%
>à 10	0,5%

Tableau 10: Concentrations mesurées en benzène lors de la campagne pilote écoles et crèches de 2009-2011.

## IV. CONCLUSION

L'objectif du suivi de la qualité de l'air intérieur réalisé du 13 au 17 janvier 2014 dans les locaux de l'école communale de Schleithal visait à situer les niveaux en composés organiques volatils (BTEX) et aldéhydes en lien avec des odeurs de fioul perçues dans l'école.

Le suivi a été réalisé en période hivernale et d'occupation des locaux via des mesures passives sur 4,5 jours.

Les résultats des mesures en phase hivernale présentent :

- des **températures** moyennes variant dans la salle de classe entre de 14,1°C et 23,7°C,
- des **humidités relatives** variant entre 33% et 58%, comprises dans la plage du bon confort hygrométrique admis,
- des concentrations en **formaldéhyde** mesurées dans la salle de classe inférieures (sur une unique phase de prélèvement) à la valeur guide long terme fixée à 30 µg/m<sup>3</sup> pour 2015,
- des **niveaux en benzène**, sur les sites en air intérieur, **supérieurs** (sur une unique phase de prélèvement) à la valeur cible pour une exposition longue durée fixée à 5 µg/m<sup>3</sup> depuis 2013. Les niveaux observés en air ambiant (extérieur) sont légèrement supérieurs à l'objectif de qualité de l'air fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>,
- des niveaux de **xylènes**, caractéristiques du fioul domestique, soutenus principalement au sous-sol et dans une moindre mesure dans la salle de classe.

A noter que pour pouvoir se référer à des valeurs guides long terme (formaldéhyde et benzène), deux séries de prélèvements sont recommandées (estivale et hivernale) afin de prendre en compte les variabilités temporelles des concentrations de polluants dans l'air. Ainsi, ces composés présentent des profils saisonniers différents et les émissions de benzène sont majoritairement émises en période hivernale (période de chauffe) alors que celles de formaldéhyde sont émises prioritairement en période estivale.

**Au regard des niveaux de benzène mesurés dans la salle classe, une vérification de la chaudière et de l'étanchéité de la cuve à fioul sont conseillées avec un renforcement de la ventilation au niveau de la cave. Les dispositions actuelles (cuve isolée et aération de la cave avec les vasistas) ne semblent en effet pas suffisantes.**

Dans l'attente des travaux d'isolation par rapport à la source de pollution, une attention toute particulière doit donc être apportée au renouvellement d'air des salles de classe. Il est conseillé d'intensifier l'aération pendant les interours (le matin avant l'arrivée des enfants, lors de récréations, à la pause déjeuner, et le soir après les cours et le ménage), en veillant si possible à baisser les radiateurs afin de limiter les déperditions énergétiques.

## ANNEXE 1 : PRESENTATION DES POLLUANTS MESURES

Certains polluants ont des origines principalement intérieures comme les aldéhydes et certains COV, tandis que d'autres sont marqués par une prédominance d'origines extérieures : COV de types hydrocarbures dont les BTEX.

### Les aldéhydes

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

Au sein de cette famille de polluants, deux composés suscitent un intérêt particulier au regard de leurs effets sur la santé : le **formaldéhyde** et l'**acétaldéhyde**.

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé le formaldéhyde comme cancérigène certain (groupe 1) pour l'homme en 2004 sur la base des données observées sur les cancers du nasopharynx. D'après le Haut Conseil en Santé Publique (HCSP), le formaldéhyde est un produit génotoxique et un irritant de l'appareil respiratoire et des muqueuses oculaires.

C'est un polluant au profil saisonnier bien particulier. En effet, son appartenance à la classe des COTV<sup>8</sup> rend son évaporation plus forte en été. De plus il est impliqué dans de nombreuses réactions chimiques favorisant sa formation dans les ambiances intérieures<sup>9</sup>.

L'acétaldéhyde quant à lui est également un irritant et a été classé cancérigène possible par le CIRC.

#### Sources d'émissions des aldéhydes

- **Formaldéhyde** : panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut, peinture à phase solvant, fumée de cigarettes, photocopieurs, produits d'entretien, vernis, colles, revêtements de sol ;
- **Acétaldéhyde** : photochimie, fumée de cigarettes, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules ;
- **Benzaldéhyde** : peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité ;
- **Isovaléraldéhyde** : parquet traité, panneaux de particules ;
- **Propionaldéhyde** : fumée de cigarettes ;
- **Butyraldéhyde** : photocopieurs ;
- **Valéraldéhyde** : émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules.



### Les autres BTEX et quelques autres COV (liste non exhaustive)

#### Hydrocarbures aromatiques :

<sup>8</sup> Selon la norme NF ISO 16000-6, les COTV (Composés Organiques très Volatils) sont des composés dont le point d'ébullition se situe entre < 0 et (50°C à 100°C).

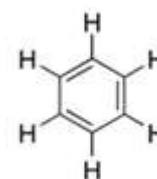
<sup>9</sup> Thèse de Mélanie Nicolas (2006) : ozone et qualité de l'air intérieur : interactions avec les produits de décoration et de construction - CSTB



Au sein de cette famille de polluants, un composé suscite un intérêt particulier au regard de ses effets sur la santé à savoir le **benzène** car il est classé cancérigène certain par le CIRC (groupe 1) ainsi que par l'UE sur la base de leucémies observées dans des études épidémiologiques et animales.

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

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



#### Autres hydrocarbures aromatiques :

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

#### Alcanes :

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

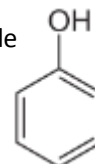
#### Sources d'émissions

- **n-heptane et isomères** : solvant pour colles, encres, caoutchoucs et matières plastiques. Solvant d'extraction.
- **n-décane** : white spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant.
 
$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\
 & | & | & | & | & | & | & | & | & | & | & \\
 \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{H} \\
 & | & | & | & | & | & | & | & | & | & | & \\
 & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & 
 \end{array}$$
- **n-undécane** : white-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyants pour sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant.

#### Alcools

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

- **isobutanol** : solvant dans les industries des laques, peintures, vernis, encres et résines, solvant de nettoyage.
- **n-heptanol et isomères** : utilisés comme diluants des encres d'imprimerie, des résines, des vernis, peintures et colles à moquette.
- **phénol** : intermédiaire dans l'industrie des plastiques, fabrication de plastifiants, adhésifs, de durcisseurs de dissolvants et d'isolants. Depuis 2006, il ne peut plus être utilisé comme biocide (désinfectant).



### Acétates (esters)

- **n-butyl acétate** : solvant (industrie des matières plastiques, des encres, des peintures, laques et vernis). Agent d'extraction. Agent de déshydratation. Synthèse organique, parfumerie.

### Ethers de glycols

- **2-phénoxyéthanol** : solvant pour peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, colorants. Biocide pour produits ménagers et industriels.
- **1-méthoxy-2-propanol** : solvant dans l'industrie des laques, peintures, vernis, résines, encres, colorants, liquide de nettoyage. Agent de dispersion pour les huiles et les graisses. Constituants des colles. Agent de coalescence ou co-solvants dans les peintures en phase aqueuse.
- **2-butoxyéthanol** : Solvant dans l'industrie des peintures, vernis, encres d'imprimerie et dans l'industrie cosmétique. Constituant de produits divers : dégraissant. Produits d'entretien ménager et industriels. Produits utilisés dans l'industrie mécanique et métallurgique (lubrifiants, dégraissants...). Produits phytosanitaires : fongicides, herbicides. Produits de traitement des bois.

### Terpènes

- **alpha-pinène, limonène et autres terpènes** : désodorisant, parfum d'intérieur, produits d'entretien, bois.

## ANNEXE 2 : VALEURS GUIDES ET VALEURS REPERES

### Pour le formaldéhyde

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail relatif à la proposition de valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour le **formaldéhyde** (2007).

L'ANSES a établi en 2007 des valeurs guides en air intérieur (VGAI) pour le formaldéhyde basées sur des critères sanitaires. S'appuyant sur ces données, le HCSP a élaboré en 2009 des valeurs d'aide à la gestion qui ont pour objectif d'atteindre les VGAI à long terme. Ces valeurs constituent des repères devant conduire les pouvoirs publics et tous les acteurs concernés à engager des actions lorsque les concentrations observées les dépassent.

- **VGAI court terme** : 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2h);
- **VGAI long terme (chronique)** : 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Avis du Haut Conseil de la santé publique relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le **formaldéhyde** dans l'air des espaces clos – 2009.

- **Valeur repère** : 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Valeur d'information et de recommandation** (identifications des sources) : 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Valeur d'action rapide** (neutralisation des sources) : 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Valeur cible** dans les bâtiments pour 2019 : 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le ministère de l'écologie, du développement durable et des transports et du logement a fixé, par décret le 2 décembre 2011 (n° 2011-1727), deux valeurs guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde.

- **30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition de longue durée** à compter du 1er janvier 2015,
- **10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition de longue durée** à compter du 1er janvier 2023.

### Pour le Benzène

Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail relatif à la proposition de valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour le **benzène** (2008).

L'ANSES a établi en 2008 des valeurs guides en air intérieur (VGAI) pour le benzène basées sur des critères sanitaires. S'appuyant sur ces données, le HCSP a élaboré en 2010 des valeurs d'aide à la gestion qui ont pour objectif d'atteindre les VGAI à long terme. Ces valeurs constituent des repères devant conduire les pouvoirs publics et tous les acteurs concernés à engager des actions lorsque les concentrations observées les dépassent.

- **VGAI long terme (chronique)** : 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Avis du Haut Conseil de la santé publique relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le **benzène** dans l'air des espaces clos – 2010.

- **Valeur cible** : 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Valeur repère** : 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ;
- **Valeur d'action rapide** (neutralisation des sources) : 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le ministère de l'écologie, du développement durable et des transports et du logement a fixé, par décret le 2 décembre 2011 (n° 2011-1727), deux valeurs guides pour l'air intérieur pour le benzène.

- **5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition de longue durée** à compter du 1er janvier 2013,
- **2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition de longue durée** à compter du 1er janvier 2016.



➔ [www.atmo-alsace.net](http://www.atmo-alsace.net)

