



**Caractérisation de la qualité de l'air intérieur  
de bâtiments biosourcés  
Groupe périscolaire dans les Vosges**



## 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 et le Cerema peuvent rediffuser ce document à d'autres destinataires.



## PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

---

Rédaction : *JENNESON Bérénice, ingénieur d'études ATMO Grand Est*  
*DUHAU Céline, chargée d'études usage et santé au CEREMA*

Relecture/Approbation : *DAVIAU-PELLEGRIN Noëlie, responsable d'activités en usage et santé au*  
*Cerema*

*SCHNEIDER Christelle, chargée d'études Unité Projets à ATMO Grand Est*

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

Référence du rapport : PROJ-EN-143

Référence du projet : 100115

Date de publication : 27/07/2018

## SOMMAIRE

DESCRIPTIF DE L'ETUDE.....	6
1. descriptif du batiment.....	7
1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	7
1.2. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTIMENT .....	8
1.3. Occupation du bâtiment.....	9
1.4. nettoyage des locaux (HORS GRAND NETTOYAGE ANNUEL ET AUX VACANCES SCOLAIRES) ..	9
1.5. ACTIVITÉS ET PRATIQUES D'AÉRATION DANS LES PIÈCES.....	10
2. CAMPAGNES DE MESURE .....	11
2.1. paramètres suivis.....	11
2.2. TECHNIQUES DE MESURE.....	12
2.2.1. Température, humidité relative et ventilation .....	12
2.2.2 Le dioxyde de carbone.....	13
2.2.3. Température, humidité relative et ventilation .....	13
2.2.4. Le pDR-1500 .....	14
2.2.5. Les badges Kodalpha .....	14
2.2.6. Les moisissures .....	14
2.3 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE .....	14
2.3.1 Stratégie d'échantillonnage spatiale .....	14
2.3.2 Stratégie d'échantillonnage temporelle .....	15
3. strategie de comparaison .....	15
3.1 VALEURS DE REFERENCE.....	15
3.1.1. Les paramètres de confort.....	15
3.1.2. Le dioxyde de carbone.....	15
3.1.3. Le benzène et le formaldéhyde .....	16
3.1.4. Les autres composés organiques volatils .....	16
3.1.5. Les PM <sub>2,5</sub> et le NO <sub>2</sub> .....	17
3.1.4. Le radon.....	18
3.1.5. Les moisissures .....	18
3.1.3. Les débits réglementaires.....	18
3.2 Données comparatives .....	18
4. RESULTATS.....	19
4.1 LES PARAMETRES DE CONFORT ET LE RENOUVELLEMENT D'AIR.....	19
4.1.1 Les paramètres de confort.....	19
4.1.2 Le renouvellement d'air .....	19
4.2 LES POLLUANTS ISSUS DES MATERIAUX ET DES ACTIVITES .....	23

4.2.1 Le formaldéhyde.....	23
4.2.2 Le benzène.....	24
4.2.3 Les autres composés .....	25
4.3 LES POLLUANTS INDICATEURS DES SYSTEMES DE CHAUFFAGE ET DE LA COMBUSTION .....	26
4.3.1 Les PM2,5 .....	26
4.3.2 Le dioxyde d'azote .....	26
4.4 LE radon et les moisissures.....	26
<b>QUESTIONNAIRES D'ACTIVITES .....</b>	<b>28</b>
Campagne estivale- périscolaire.....	28
Campagne estivale- salle de restauration.....	29
Campagne hivernale- salle de restauration et de périscolaire .....	30

## RESUME

L'utilisation de **matériaux biosourcés** dans la construction et la rénovation des bâtiments est de plus en plus fréquente afin d'améliorer leur qualité environnementale. Dans ce cadre, la DREAL Grand Est a sollicité ATMO Grand Est et le CEREMA afin d'évaluer l'influence de ce type de matériaux sur la qualité de l'air intérieur. Trois bâtiments ont ainsi fait l'objet d'une étude de caractérisation de l'air intérieur dont un groupe périscolaire dans les Vosges.

Deux campagnes de mesure à deux saisons distinctes ont ainsi été mises en œuvre :

- Du 10 au 15 septembre 2017 pour la phase estivale
- Du 12 au 16 mars 2018 pour la phase hivernale.

Deux pièces, la salle de restauration et la salle de périscolaire ont été instrumentées.

Les résultats obtenus ont mis en évidence les éléments suivants :

- les concentrations en CO<sub>2</sub> sont élevées notamment lors de la pause déjeuner et traduisent un renouvellement d'air insuffisant. Cela s'explique par l'arrêt du système de ventilation avant l'arrivée des enfants pour des raisons acoustiques. Par ailleurs, l'asservissement au taux de CO<sub>2</sub> ne semble pas fonctionner et le système est sous-dimensionné.
- des niveaux de polluants faibles pour la majorité des polluants chimiques. Certains composés de la famille des terpènes (alpha-pinène et limonène) et des aldéhydes (acétaldéhyde et acétaldéhyde) présentent cependant des concentrations plus fortes que ce qui est habituellement mesurés dans les espaces clos. Hormis le limonène, la présence de ces composés est due à la présence de nombreux matériaux bois dans le bâtiment. Pour le limonène, il s'agit d'un produit d'entretien qui a été utilisé durant la campagne.
- des concentrations faibles pour le radon, les PM<sub>2,5</sub> et les moisissures.

Dans ce contexte, il est conseillé tout d'abord de laisser le système en fonctionnement en présence des enfants. Il est également recommandé de faire appel à une entreprise compétente afin de gérer les problèmes d'acoustique et d'équilibrage du système. Ces actions couplées à une augmentation de l'aération des pièces permettront de faire baisser les niveaux de polluants mesurés.

## DESCRIPTIF DE L'ETUDE

---

Le secteur du bâtiment en France consomme actuellement plus de 40% de l'énergie finale (c'est le secteur économique le plus consommateur d'énergie)<sup>1</sup> et émet près d'1/4 des gaz à effet de serre (GES)<sup>2</sup>. Dans ce contexte, les réglementations thermiques et la future réglementation E+ C-<sup>3</sup> fixent des objectifs de réduction de la consommation énergétique et de l'impact carbone du bâtiment de plus en plus ambitieux. Or, si la phase d'exploitation du bâtiment représente une part considérable de son impact écologique, la phase de construction a également un rôle majeur dans le cycle de vie du bâtiment. En effet, l'énergie grise et les émissions de la construction représentent environ 20% des émissions nationales.

Ainsi l'utilisation de **matériaux biosourcés** dans la construction et la rénovation des bâtiments se développe afin d'améliorer la qualité environnementale des bâtiments<sup>4</sup> et de respecter l'engagement de diviser par 4 les GES. Nous voyons donc apparaître des matériaux tels que le chanvre, la paille, le duvet de canard ou la laine de mouton dans la composition de l'enveloppe des bâtiments, en plus du bois couramment utilisé.

L'impact des matériaux biosourcés sur la santé n'est cependant pas toujours bien connu, alors qu'ils peuvent émettre des composants organiques volatils (COV). Le bois par exemple, en particulier les résineux, est une source de terpène.

En outre, l'amélioration de **l'étanchéité de l'enveloppe** du bâtiment à des fins énergétiques limite le renouvellement de l'air intérieur. Les bâtiments concernés doivent donc bénéficier de **systèmes de ventilation** suffisants pour évacuer les polluants, couplés à des **pratiques d'aération régulière** des occupants.

Cependant, des soucis de conception ou de mise en œuvre ainsi qu'un usage déviant des occupants peuvent détériorer l'efficacité de la ventilation. Parallèlement, les **choix de matériaux** de construction et d'aménagement intérieur peu émissifs en polluants ne sont pas systématiquement pris en compte dans ces constructions<sup>5</sup>. Or nous passons **80 % de notre temps à l'intérieur**<sup>6</sup>, la qualité de l'air est donc une problématique de **santé publique** majeure.

L'étude a pour objectif d'évaluer la qualité de l'air dans les bâtiments incluant des matériaux de construction biosourcés, au travers d'un panel d'études. Les bâtiments étudiés sont en outre des établissements qui accueillent de jeunes enfants ou des personnes sensibles. Cette étude s'insère dans le cadre de l'action « Agir pour une meilleure qualité de l'air intérieur auprès des publics sensibles » du Plan Régional Santé Environnement 3 (PRSE 3) de la région Grand Est. Elle ne vise pas une évaluation exhaustive des matériaux biosourcés existants dans la construction, ni des différents types de bâtiments possibles.

---

<sup>1</sup>Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie ([www.ademe.fr](http://www.ademe.fr))

<sup>2</sup>Source : ATMO Grand-Est et CITEPA France

<sup>3</sup>E+ C- : label E+C- : Energie Positive & Réduction Carbone

<sup>4</sup>Source : Certivéa

<sup>5</sup>Source : ATMO Alsace

<sup>6</sup>Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie ([www.ademe.fr](http://www.ademe.fr))

Elle permet néanmoins de donner des premières informations sur la qualité de l'air intérieur (QAI) dans ces bâtiments, en les comparant notamment à des précédentes campagnes d'évaluation menées. (Campagne OQAI - BPE, Campagne OQAI - Logements,...).

Pour cela, la **DREAL Grand-Est**, **ATMO Grand-Est** et le **Cerema Est** ont décidé d'unir leurs compétences.

Afin d'évaluer l'influence du bâtiment à travers sa conception (matériaux, isolation, système de ventilation, ameublement...) mais également son occupation (activités, mode de vie), le suivi des opérations a consisté en la mise en œuvre des campagnes de mesures complétées par des questionnaires pour une meilleure analyse des résultats concernant la QAI dans les bâtiments biosourcés étudiés.

Trois bâtiments ont fait l'objet de cette étude : une maison d'habitation en Meurthe-et-Moselle, une école élémentaire dans le Haut-Rhin et un centre périscolaire dans les Vosges.

Le présent rapport concerne l'évaluation effectuée au sein du centre périscolaire. Un descriptif du bâtiment concerné sera tout d'abord exposé dans le rapport, suivi d'un état des lieux détaillé de la mise en œuvre du protocole. Les différents outils réglementaires à disposition seront ensuite présentés, puis utilisés pour l'interprétation des résultats obtenus.

## 1. DESCRIPTIF DU BATIMENT

---

### 1.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le centre périscolaire se situe à proximité d'une route départementale. Cette route est un point de passage entre Épinal et Gérardmer, voire entre Épinal et Colmar, et elle permet également d'accéder à des sites touristiques. Le trafic y est donc relativement important pour un village de 500 habitants.



Figure 1 : Vue aérienne du groupe périscolaire (source : Google Maps)

Le bâtiment jouxte l'école primaire et un parking. En dehors du village-rue, le site est entouré d'espaces verts et de forêts. La commune se trouve à une altitude comprise entre 410 et 800 mètres.

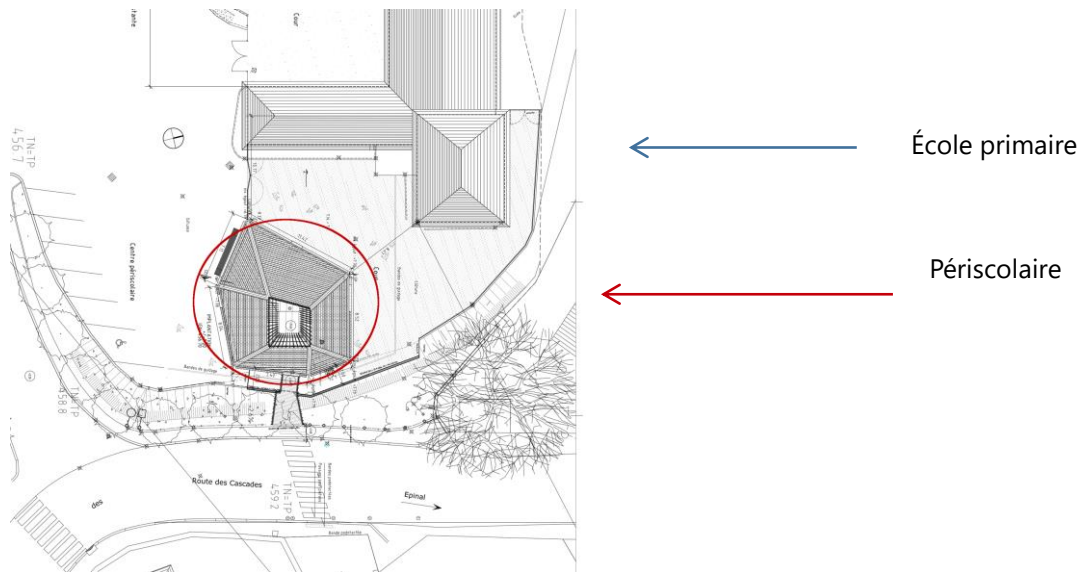


Figure 2 : Plan du site

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTIMENT

Le bâtiment, livré en 2012, est composé de trois niveaux.

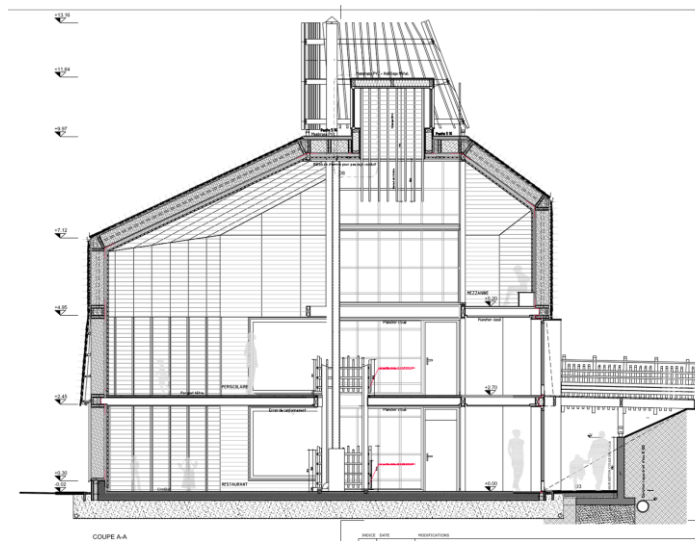


Figure 3 : Coupe verticale du bâtiment

Au rez-de-jardin (côté parking), se trouvent la salle de restaurant scolaire, des vestiaires, des sanitaires et un office. Au rez-de-chaussée (côté route), se trouvent le périscolaire, un bureau, des sanitaires et des vestiaires. Au dernier (demi) niveau, on trouve un espace repos/bibliothèque sur une mezzanine ouverte.

Le bâtiment est à ossature bois (hêtre local) avec une isolation en paille et laine de bois pour les murs et la couverture et en mousse de verre pour les fondations. Il est équipé d'une ventilation mécanique double flux avec un système de récupération de chaleur de l'air extrait. La prise d'air se trouve en façade côté route. Les fenêtres et portes-fenêtres sont en bois.



Le bâtiment est chauffé par un poêle à bûchettes de bois. Des radiateurs électriques fonctionnent en appoint et en hors gel en période d'inoccupation prolongée.

La composition des parois (revêtement + isolation) est spécifiée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : matériaux de composition des parois

	Sol	Murs (intérieur vers extérieur)	Plafond
<b>Salle de restauration (RDJ)</b>	Sol plastique isolation : ouate de cellulose	Parement hêtre brut/laine de bois/panneaux OSB/bottes de paille Parement OSB non revêtu	Parement hêtre avec protection anti-feu
<b>Salle périscolaire (RDC)</b>	Parquet hêtre massif	Parement hêtre brut/laine de bois/panneaux OSB/bottes de paille	Sapin étuvé non traité
<b>Office (RDJ)</b>	Sol plastique	Carrelage + panneaux OSB	Sapin étuvé non traité
<b>Sanitaires</b>	Sol plastique	carrelage	Sapin étuvé non traité
<b>Bureau RDC</b>		Peinture et parement OSB non revêtu	Parement hêtre
<b>Mezzanine</b>	Parquet hêtre massif	Parement hêtre+ panneaux OSB	Parement hêtre avec protection anti-feu
<b>Escalier</b>	hêtre	peinture	peinture
<b>Hall</b>		Parement hêtre	Sapin étuvé non traité
<b>vestiaires</b>	Sol plastique	peinture	Idem que le hall
<b>Local bois</b>		peinture	Sapin étuvé non traité

En rouge, les pièces instrumentées par ATMO Grand Est

### 1.3. OCCUPATION DU BATIMENT

Le périscolaire accueille généralement 25 enfants, le matin de 7h à 8h20 et le soir de 16h à 18h30. La restauration scolaire est ouverte de 11h30 à 13h30 et elle accueille une cinquantaine d'enfants.

En période de chauffe, la directrice arrive sur les lieux à 6h30 pour allumer le poêle.

### 1.4. NETTOYAGE DES LOCAUX (HORS GRAND NETTOYAGE ANNUEL ET AUX VACANCES SCOLAIRES)

Les pratiques de ménage sont décrites ci-après :

Tableau 2 : techniques et produits de nettoyage utilisés

Nettoyage	Mobilier	Sols	Vitrages intérieurs	WC	Autres
<b>Technique</b>	Chiffon microfibre	Aspirateur + nettoyage	Spray + raclette		Eau + produit vaisselle pour jouets
<b>Fréquence</b>	2 fois par semaine	Resto : tous les jours Périscolaire : mardi et vendredi	4 fois par an	Tous les jours	Jouets : 1 fois par an Tables restauration : 1 fois par jour – tables périscolaire 2 fois par jour
<b>Aération</b>		non			
<b>Produits utilisés et forme (spray, gel)</b>		Raab (HA-RA)	Raab (HA-RA)	Détergent désinfectant sanitaires Diesin Maxx Ecolab	Tables resto : Alpha Guard Antrix
<b>Stockage des produits d'entretien</b>	Local bois ventilé	Local bois ventilé	Local bois ventilé	Local bois ventilé	Local bois ventilé

### 1.5. ACTIVITÉS ET PRATIQUES D'AÉRATION DANS LES PIÈCES

Les produits d'activités des enfants tels que peintures ou colles sont stockés dans le cagibi au RDC, proche de l'entrée, dépourvu de porte et de ventilation. Les travaux d'activités manuelles (peintures, bricolage) sont rangés dans la salle du périscolaire.

La restauration est servie en liaison chaude (pas de cuisine ou de réchauffage sur place). Un lave-linge se trouve dans l'office et il fonctionne en moyenne une fois par semaine. Une imprimante se trouve dans le bureau de la directrice (RDC).

La personne de service aère tous les jours, après le déjeuner des enfants, en traversant.

Lors de la campagne estivale, les sols, tables, chaises et sanitaires ont été nettoyés quotidiennement et une aération avec ouverture des fenêtres en grand a été effectuée de 13h30 à 14h30. Le chauffage n'a pas fonctionné pendant la semaine de mesures. De la colle, des peintures à l'eau et du plastifiant ont été utilisés aux horaires de garderie.

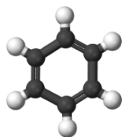
Pour la campagne hivernale, le nettoyage des sanitaires était effectué quotidiennement et deux fois par semaine pour le sol et le mobilier. Des activités manuelles avec utilisation de feutres ont été effectuées les matins. Une aération par ouverture des portes et de quelques fenêtres a été réalisée.

A noter que le système de ventilation est généralement arrêté par les utilisateurs lors du repas de midi pour être remis en fonction à partir de 13h30. Les questionnaires d'activités sont présentés en annexe 1.

## 2. CAMPAGNES DE MESURE

---

### 2.1. PARAMETRES SUIVIS



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 que d'autres familles chimiques, certains aldéhydes (dont le formaldéhyde majoritairement et de manière quasi-systématique retrouvé), 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, esters...

Parmi les COV, deux composés suscitent un intérêt particulier au regard de leurs effets sur la santé : le formaldéhyde et le benzène. Ils sont classés cancérogènes avérés par le CIRC (groupe 1). Les études épidémiologiques ont permis à l'ANSES d'établir des seuils sanitaires à ne pas dépasser sur le long terme pour prévenir des effets néfastes sur la santé. Ces seuils ont été repris par décret dans le cadre de la surveillance réglementaire de certains ERP (décret 2015-1000 ayant modifié le décret 2011-1728).



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 2).



Un indicateur du renouvellement de l'air intérieur est la mesure du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Émis par la respiration des personnes présentes, son accumulation au sein de locaux traduit en effet le manque de renouvellement de l'air (confinement). Bien que le CO<sub>2</sub> 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 associent à une prévalence de symptômes respiratoires tels que des inflammations, des infections respiratoires ou encore de l'asthme, et dans une salle de classe à une gêne sur la concentration des enfants/élèves.

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, activités humaines (utilisations de produits et d'appareils domestiques, tabagisme ...), réactions chimiques, température et humidité relative des locaux, ventilation (mécanique et/ou naturelle).





Les rejets de NOx (NO+ NO<sub>2</sub>) proviennent essentiellement de la combustion de combustibles fossiles (essence, gazole, fiouls, charbon et de la biomasse, ...). Ils se forment par combinaison de l'azote (principalement atmosphérique) et de l'oxygène de l'air à hautes températures. Tous les secteurs utilisateurs de combustibles sont concernés, en particulier le transport routier. Au cours d'une combustion, l'azote de l'air s'oxyde en grande partie en NO puis progressivement en NO<sub>2</sub> à l'air libre. Quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, production d'engrais azotés, ...) et activités non liées à la consommation d'énergie (agriculture) émettent des NOx. Dans l'environnement intérieur, les oxydes d'azote sont essentiellement émis par les appareils fonctionnant au gaz comme les cuisinières à gaz, chaudières, chauffe-eau mais également par le tabagisme.

Les polluants indicateurs retenus dans le cadre de cette action sont issus d'un recoupement entre les travaux de hiérarchisation des paramètres d'intérêts sanitaires (hiérarchisations OQAI 2002 et 2010) et les indicateurs des matériaux de construction et des systèmes de chauffage, ventilation et les différentes sources d'émissions.

Tableau 3 : Liste des polluants mesurés dans le cadre de l'étude

Polluants venant des matériaux de construction	Autres polluants indicateurs des systèmes de chauffage et de ventilation	Paramètres de confort
Limonène a-pinène Benzène Toluène Ethylbenzène Xylènes (m/p – o) Styrène Tétrachloroéthylène 1 méthoxy-2-propanol n-décane Formaldéhyde Acétaldéhyde Hexaldéhyde	Particules en suspension (PM2,5) NO <sub>2</sub> Moisissures Radon	Température Humidité relative CO <sub>2</sub> Débit d'extraction d'air

## 2.2. TECHNIQUES DE MESURE

### 2.2.1. Température, humidité relative et ventilation

La température et l'humidité relative ont été suivies en continu par des sondes Ebro EBI 20-T-Ex déployées dans les sites intérieurs et extérieurs.



En complément des mesures, les débits des bouches de ventilation (insufflation et extraction) ont été relevés.

Les débits ont été contrôlés par un appareil disposant d'un anémomètre à hélice et un cône de mesure (TESTO).

Lorsque la bouche de ventilation présentait une dimension supérieure à celle du cône de mesure, la méthode dite « de maillage de points » était employée à l'aide de l'anémomètre à hélice. La moyenne arithmétique des différents points de mesure permet de définir la vitesse moyenne de l'air à travers la section, puis le débit d'air.

Ce système de mesure occasionne plus d'incertitude de mesure mais permet toutefois de mettre en évidence des dysfonctionnements majeurs lorsqu'ils existent.

Les mesures sur site sont donc à tempérer par les incertitudes de mesures décrites dans la norme AFNOR NF EN 16211.

- Pour les mesures avec le cône et l'anémomètre à hélice, le pourcentage d'incertitude est de 1.5% pour les vitesses comprises entre 3 et 20 m/s,
- Pour les mesures de maillage de points à l'aide de l'anémomètre à hélice, le pourcentage d'incertitude est de 12 à 15%.

### 2.2.2 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.

### 2.2.3. Les tubes passifs

La température et l'humidité relative seront suivies en continu par des sondes Ebro EBI 20-T-Ex déployées dans les sites intérieurs et extérieurs.

Le suivi des concentrations dans l'air a été effectué au moyen de tubes à diffusion passive pour les polluants gazeux suivants :

- o Le benzène ;
- o Le formaldéhyde.
- o Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

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.

Pour le NO<sub>2</sub>, les tubes de type « Gradko » comprennent un seul élément cylindrique bouché à son extrémité (figure 2).

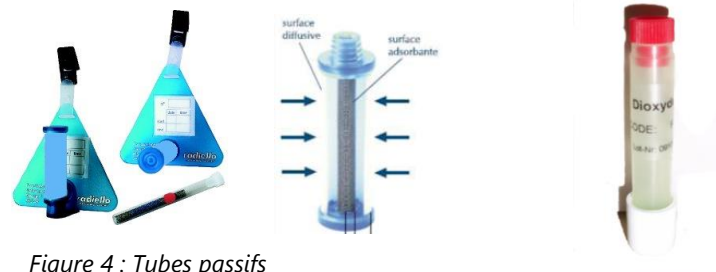


Figure 4 : Tubes passifs

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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) seront déterminées par analyse différée des échantillons en laboratoire :

- Le Laboratoire Interrégional de Chimie 'SYNAIRGIE' situé à Schiltigheim par chromatographie liquide haute performance (HPLC) et d'une détection par absorption pour le formaldéhyde
- Le laboratoire de chimie Atmo Grand Est à Metz pour l'analyse du  $\text{NO}_2$  par dosage colorimétrique selon la norme NF X 43-009.
- L'Istituto Clinico Scientifico Maugeri situé à Peralolo di Vignozza en Italie pour l'analyse des COV (NF EN ISO 16017-2).

#### **2.2.4. Le pDR-1500**

L'analyseur de poussières Thermo pDR-1500 est un néphélomètre qui permet une mesure en temps réel de la concentration massique des poussières en continu.

#### **2.2.5. Les badges Kodalpha**

La mesure de l'activité volumique du Radon a été réalisée par un dosimètre radon KODALPHA qui est un détecteur de particules alpha. Il permet de réaliser des mesures "intégrées" de la radioactivité naturelle due au gaz radon. Les mesures ont été effectuées sur une durée de deux mois.

#### **2.2.6. Les moisissures**

Pour le prélèvement des moisissures, un impacteur a été utilisé. Il permet de prélever les micro-organismes aéroportés par impaction (aspiration de 100 litres d'air par minute et projection sur deux milieux de culture après passage sur une grille). Un dénombrement est réalisé après 3 jours d'incubation et une identification des moisissures après 14 jours d'incubation.

Par ailleurs, une détermination des espèces fongiques présentes sur les surfaces murales a été entreprise avec utilisation d'un écouvillon stérile frotté sur les murs et les systèmes de ventilation (incubation pendant 14 jours). La recherche de moisissures est effectuée par la faculté de médecine de Nancy (CMEI).

### **2.3 STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE**

#### **2.3.1 Stratégie d'échantillonnage spatiale**

Compte tenu de la configuration des lieux, la salle de restauration et la salle de périscolaire ont été instrumentées pour cette étude.

### 2.3.2 Stratégie d'échantillonnage temporelle

Afin d'être au maximum représentatif des conditions moyennes sur l'année (permettant ainsi une comparaison par rapport à des valeurs de référence long terme), un minimum de 2 périodes d'une semaine dans l'année à 2 saisons distinctes (période de chauffe des bâtiments et période hors chauffe) a été nécessaire du fait des fluctuations notables de concentrations de certains polluants au cours d'une année.

En ce qui concerne le périscolaire dans lequel il n'y a généralement pas d'activité le week-end, les mesures ont été réalisées en période d'activité c'est-à-dire du lundi matin au vendredi après-midi soit 4,5 jours au lieu d'une semaine complète. Elles ont été réalisées :

- Du 10 au 15 septembre 2017 pour la phase estivale
- Du 12 au 16 mars 2018 pour la phase hivernale.

Seuls les prélèvements de moisissures et bactéries doivent être réalisés sur un pas de temps court (5 à 10 minutes). A l'inverse les mesure de radon sont effectuées sur une durée plus longue d'environ 2 mois.

Le radon ainsi que les particules fines ont été mesurés essentiellement en phase hivernale. Les mesures ponctuelles de ventilation ont été réalisées en période hivernale et estivale.

Des mesures en extérieur ont également été réalisées pour les COV et le NO<sub>2</sub> afin de prendre en compte l'apport éventuel de l'environnement extérieur.

## 3. STRATEGIE DE COMPARAISON

---

### 3.1 VALEURS DE REFERENCE

#### 3.1.1. Les paramètres de confort



Au niveau du confort hygrothermique (température et humidité relative), bien qu'il soit subjectif et dépendant d'autres paramètres (vitesse de l'air, habillement...), il est possible de définir des plages jugées acceptables. Par exemple, le diagramme de Fauconnier suggère pour un confort optimal les plages de températures et d'humidité relative associées. Une humidité trop faible (< 30%) peut donner une sensation de sécheresse gênante sur le plan respiratoire, cutanée et oculaire. Une humidité relative trop importante (>70%) peut favoriser le développement de moisissures.

Par ailleurs, l'Ademe préconise un taux optimal d'humidité relative dans l'air entre 40 et 60 %, pour une température s'élevant entre 18° et 22° C.

#### 3.1.2. Le dioxyde de carbone

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

Un indice de confinement, appelé ICONE (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles), a été développé en 2008 par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Celui-ci est calculé à partir de la fréquence et de l'intensité des niveaux de CO<sub>2</sub> autour des valeurs seuils de 1000 et 1700 ppm (en période d'occupation normale de la salle par les enfants). Le niveau de confinement de la pièce est alors exprimé par une note sur une échelle de 0 à 5 (cf. annexe 3). La note 0 correspond au confinement nul (niveau de CO<sub>2</sub> toujours inférieur à 1000 ppm), c'est la situation la plus favorable. La note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable (niveau de CO<sub>2</sub> toujours supérieur à 1700 ppm pendant l'occupation). Le dioxyde de carbone fait partie des substances à suivre lors de la phase hivernale des campagnes de surveillance dans les ERP. Les modalités de calcul précédemment énoncées figurent dans le décret 2012-14 modifié par le décret 2015-1926 du 30 décembre 2015.



### 3.1.3. Le benzène et le formaldéhyde

Parmi l'ensemble des polluants évoqués ci-avant, le benzène, le formaldéhyde ainsi que le confinement sont réglementés par le décret n° 2012-14 du 5 janvier 2012 et le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011<sup>7</sup>. Les autres polluants mesurés dans le cadre de cette étude ne disposent pas de valeurs réglementaires.

Pour le benzène et le formaldéhyde, la réglementation fixe les valeurs limites à ne pas dépasser dans un espace clos ainsi que les différentes valeurs guides d'exposition à long terme qui rentrent progressivement en vigueur.

La **valeur guide** pour l'air intérieur désigne 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.

La **valeur limite** désigne la valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées afin d'identifier et de neutraliser les sources dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur repère.

Tableau 4 : Valeurs réglementaires relatives au benzène et au formaldéhyde.

Synthèse des différentes valeurs réglementaires			
	Valeur guide pour une exposition long terme		Valeur limite
Formaldéhyde	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b> à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b> depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2015	<b>100 µg/m<sup>3</sup></b>
Benzène	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b> depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2016	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b> depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2013	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b>

### 3.1.4. Les autres composés organiques volatils

Pour les polluants ne disposant pas de valeurs réglementaires, des valeurs dites de référence seront utilisées. Les composés organiques volatils pour lesquels aucune valeur n'est recensée, ne figurent pas dans le tableau ci-après et l'interprétation est réalisée de façon quantitative.

<sup>7</sup> Décret n° 2011-1727 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.



Des valeurs guides indicatives ont été proposées pour le toluène, le styrène et les xylènes dans une étude de Koistinen et al<sup>8</sup>. Le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) a également proposé des valeurs guides indicatives pour le trichloroéthylène<sup>9</sup> et le tétrachloroéthylène<sup>10</sup>. L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail (ANSES) a également établi une valeur guide long terme pour l'acétaldéhyde<sup>11</sup>.

Tableau 5 : Valeurs réglementaires relatives aux autres composés organiques volatils

Polluants	Valeurs indicatives
acétaldéhyde	ANSES : 160 µg/m <sup>3</sup> (2014)
toluène	INDEX : 300 µg/m <sup>3</sup> (2005)
(m+p)-xylènes et o-xylène	INDEX : 200 µg/m <sup>3</sup> (2005)
styrène	INDEX : 250 µg/m <sup>3</sup> (2005)
tétrachloroéthylène	HCSP : 250 µg/m <sup>3</sup> (2010) Action rapide : 1250 µg/m <sup>3</sup>
trichloroéthylène	HCSP : 2 µg/m <sup>3</sup> (2012)

### 3.1.5. Les PM<sub>2,5</sub> et le NO<sub>2</sub>

En France, les valeurs guides (VGAI) sont établies par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). A défaut, les VGAI établies par l'OMS en 2010 ou reconnues à l'échelle européenne peuvent être utilisées.

Il existe également des valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : le HCSP (Haut conseil de la santé publique) propose à partir des VGAI de l'ANSES, des valeurs dites de « gestion » avec un calendrier d'application associé. En outre, le HCSP propose des outils d'aide à la gestion en formulant des valeurs aux dessus desquelles des actions sont à entreprendre pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

Pour les PM<sub>2,5</sub>:

**Afin de prévenir les effets liés à une exposition chronique, le HCSP<sup>12</sup> recommande dans l'air intérieur:**

- Un objectif cible de 10 µg/m<sup>3</sup> à échéance de 2025, avec des valeurs dégressives, directement applicables. La valeur repère pour 2018 est ainsi fixée à 17 µg/m<sup>3</sup>.
- Une valeur d'action rapide de 50 µg/m<sup>3</sup> dont le dépassement doit déclencher dans les trois mois la mise en œuvre d'actions correctives.

Pour le NO<sub>2</sub>:

<sup>8</sup> Koistinen K, Kotzias D, Kephelopoulous S et al. (2008). The INDEX project : executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. *Allergy*, 63:810-819.

<sup>9</sup> HCSP (2012) – Avis relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le trichloroéthylène dans l'air des espaces clos, 6 juillet 2012, 3.

<sup>10</sup> HCSP (2010) – Avis relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le tétrachloroéthylène dans l'air des espaces clos, 16 juin 2010,

<sup>11</sup> Proposition de valeurs guides de qualité de l'air intérieur L'acétaldéhyde, Avis de l'ANSES, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Edition scientifique

<sup>12</sup> Valeurs repères d'aide à la gestion dans des espaces clos : les particules, HCSP, juillet 2013

L'ANSES a également établi une valeur guide long terme pour le NO<sub>2</sub><sup>13</sup> établie à 20 µg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.4. Le radon

Le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle, issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches. En France, il n'existe actuellement pas de limite réglementaire applicable aux bâtiments de bureaux. Cependant, sur la base des recommandations de l'organisation mondiale de la santé, la Commission européenne a retenu la valeur de 300 Bq/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle comme valeur de référence en dessous de laquelle il convient de se situer. Lorsque les résultats de mesure dépassent 300 Bq/m<sup>3</sup>, il est ainsi nécessaire de réduire les concentrations en radon.

### 3.1.5. Les moisissures

Pour les moisissures, le nombre « d'Unités Formant Colonies » (UFC) par m<sup>3</sup> peut être relié à un niveau de concentration (Reboux et al.: Indoor mold concentration in Eastern France. Indoor Air 2009) :

Tableau 6 : Valeurs d'interprétation pour les moisissures.

Unités Formant Colonies (UFC/m <sup>3</sup> )	Niveau de concentration
< 170 UFC/m <sup>3</sup>	Faible
170 à 560 UFC/m <sup>3</sup>	Moyen
560 à 1000 UFC/m <sup>3</sup>	Fort
> 1000 UFC/m <sup>3</sup>	Très fort

### 3.1.3. Les débits réglementaires

Les débits de référence sont imposés en fonction du nombre de personnes présentes dans les pièces.

Le Règlement Sanitaire Départemental Type impose un débit minimal d'air neuf de 15 m<sup>3</sup>/h pour un enfant, tandis que le Code du Travail requiert un débit minimal de 25 m<sup>3</sup>/h pour les enseignants et les autres salariés.

Ainsi, dans le cas présent où une cinquantaine d'enfants sont accueillis pour le déjeuner et encadrés par trois personnes, le débit minimal requis est de 825 m<sup>3</sup>/h.

Les débits théoriques de la salle à manger étant de 100 à 600 m<sup>3</sup>/h, le débit maximal théorique respecte la réglementation pour des effectifs de maximum 35 enfants.

## 3.2 DONNEES COMPARATIVES

Par défaut, les données obtenues peuvent être comparées aux valeurs obtenues lors de la campagne pilote nationale de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises lancée en 2009 mais à ce jour peu d'informations sont disponibles sur ce type d'établissement.

<sup>13</sup> Anses (2013) Propositions de Valeurs Guides de qualité d'Air intérieur, Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Février 2013. Avis et rapport, 143 p.

## 4. RESULTATS

---

### 4.1 LES PARAMETRES DE CONFORT ET LE RENOUELEMENT D'AIR

#### 4.1.1 Les paramètres de confort

Le tableau ci-dessous présente les moyennes de température et d'humidité enregistrées dans chacune des pièces.

Tableau 7 : Résultats obtenus pour les paramètres de confort dans les deux pièces.

Pièce	Température en °C			Humidité relative en % HR		
	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
<b>Campagne estivale</b>						
Salle de restauration	18,4	23,8	<b>20,8</b>	48,3	63,3	<b>53,9</b>
Périscolaire	18,5	22,4	<b>20</b>	42,7	54,5	<b>46,9</b>
<b>Campagne hivernale</b>						
Salle de restauration	16,6	22,5	<b>19,2</b>	37,9	53,2	<b>41,9</b>
Périscolaire	14,5	23,4	<b>21,3</b>	28,8	39,1	<b>35,7</b>

Les températures moyennes mesurées se situent dans les plages de préconisations et permettent de maintenir un bon niveau de confort lors des deux campagnes.

En ce qui concerne les taux d'humidité, ils se situent dans les plages de préconisation. À noter cependant, des taux d'humidité parfois un peu faibles lors de la campagne hivernale ce qui peut ponctuellement favoriser un inconfort des usagers en raison de la sécheresse de l'air.

#### 4.1.2 Le renouvellement d'air

##### Le dioxyde de carbone

Le tableau ci-dessous représente la concentration moyenne et maximale obtenue dans chaque pièce pour les deux campagnes de mesure.

Tableau 8 : Résultats obtenus pour le dioxyde de carbone

Pièce	Concentration en CO <sub>2</sub> en ppm	
	Maximum	Moyenne
<b>Campagne estivale</b>		
Salle de restauration	2382	<b>535</b>
Périscolaire	1151	<b>485</b>
<b>Campagne hivernale</b>		
Salle de restauration	2582	<b>757</b>
Périscolaire	1696	<b>777</b>

En moyenne sur l'ensemble de la période, les valeurs moyennes de CO<sub>2</sub> sont inférieures à la valeur de 1000 ppm ce qui s'explique par le fait que **les pièces ne sont occupées que ponctuellement** dans la journée. Les concentrations maximales observées en présence des enfants dans la salle de restauration sont quant à elles **largement supérieures au seuil de 1700 ppm** pour lequel le confinement est avéré. A titre indicatif, l'indice de confinement a été calculé dans la salle de restauration. Il serait de 4 sur 5 (**confinement très élevé**) en période hivernale et de 3 sur 5 en période estivale. Les niveaux en CO<sub>2</sub> sont un peu plus faibles en été en hiver ce qui s'explique par une ouverture plus fréquente des fenêtres.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des concentrations en CO<sub>2</sub> dans les deux pièces pour la campagne estivale.

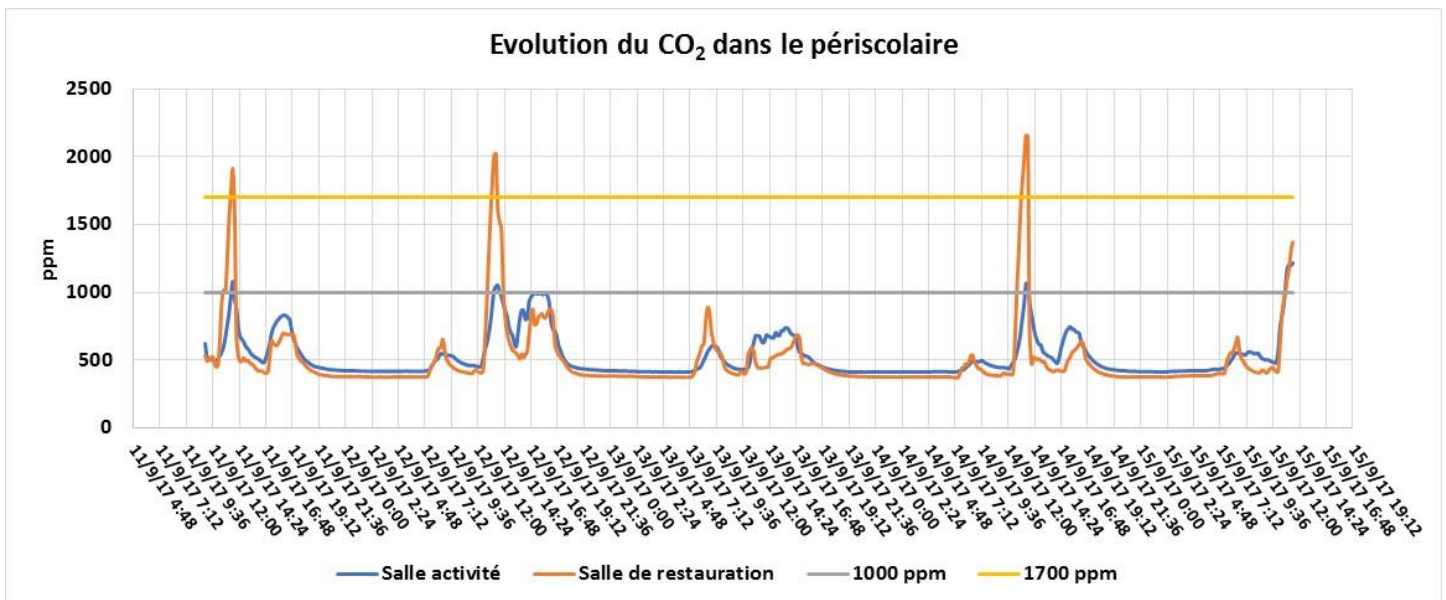


Figure 5 : Evolution du CO<sub>2</sub> lors de la campagne été

Du fait de l'arrêt du système de ventilation, les concentrations en CO<sub>2</sub> augmentent très rapidement dans la salle de restauration à la pause de midi. Les valeurs dépassent 1700 ppm la majorité du temps et diminuent rapidement dès l'aération de la pièce. **Le renouvellement d'air dans le bâtiment est donc insuffisant en présence des enfants.**

#### Les dispositifs de ventilation

Trois systèmes de ventilation sont initialement prévus dans le bâtiment. D'une part, les débits devaient être assujettis au taux de CO<sub>2</sub> dans la salle de restauration (RDJ) et la salle périscolaire (RDC). D'autre part, des débits fixes sont maintenus dans l'office et le bureau de la directrice tandis que les débits sont assujettis à un interrupteur dans les sanitaires.

Les mesures estivales ont été réalisées le 15/09/17 et les mesures hivernales, le 15/03/18.

Lors de la visite du 15/09/17, les personnels ont fait part du bruit dérangeant des bouches de soufflage (sifflement). Pour ne pas cumuler cette nuisance avec les voix des enfants lors de leur présence, le personnel d'encadrement coupe manuellement la VMC. **Ainsi, en présence des enfants, le système de ventilation ne fonctionne pas du tout dans les pièces occupées : les débits de ventilation des salles de restauration et périscolaire sont donc nuls.** Cela explique les valeurs élevées pour le dioxyde de carbone lors de la pause déjeuner.

Afin d'analyser l'efficacité du système lors de son fonctionnement normal, nous avons réalisé la mesure des débits lors de la période hivernale lorsque la ventilation n'est pas coupée. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 9 : Mesures de ventilation sur les bouches **assujetties au taux de CO<sub>2</sub>** en période **hivernale** (lundi 15/03/18)

Pièces	Vitesse mesurée (m/s)	Dimensions bouches (en mm)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Débits théoriques m <sup>3</sup> /h
<b>Salle à manger RDJ</b>				
soufflage	0,99	Mesurée sur place : 380 * 480	<b>650</b>	100 HO 700 EO
reprise	0,66	idem	<b>433</b>	100 HO 600 EO
<b>Périscolaire RDC</b>				
soufflage	0,66	idem	<b>433</b>	100 HO 700 EO
reprise	0,68	idem	<b>446</b>	100 HO 600 EO

N.B : Débits théoriques HO =hors occupation – EN = en occupation

Compte tenu des incertitudes de mesure de la méthode employée, les débits relevés lors de la visite ET LORSQUE LA VMC EST EN POSITION DE MARCHÉ sont insuffisants en occupation, surtout compte tenu du nombre d'enfants présents dans la salle. De plus, au regard des usages des occupants qui coupent la VMC lorsqu'elle est vraiment nécessaire, on peut conclure que le renouvellement de l'air est largement insuffisant dans ce bâtiment.

Lors de la visite hivernale, la directrice a fait part du nettoyage des bouches de ventilation en son absence. Il lui semble que le sifflement de la ventilation est moins fort depuis mais il reste gênant. La ventilation est donc toujours coupée en présence des enfants, de midi à 13h30 et le soir de 16h à 18h30. Lorsqu'il fait trop chaud ou trop froid, elle ne rallume pas la VMC à 18h30 car elle trouve que la VMC accélère le réchauffement du bâtiment en été et son refroidissement en hiver.

N.B. : Des mesures complémentaires ont été faites alors que les enfants étaient présents et que la VMC était en marche (ce qui ne représente pas le mode de fonctionnement habituel des occupants), les débits relevés étaient identiques à ceux mesurés lorsque le bâtiment était inoccupé. On peut en conclure que **l'assujettissement de la VMC au CO<sub>2</sub> dans ces deux pièces ne fonctionne pas comme il était prévu au départ.**

Tableau 10 : Mesures de ventilation sur les bouches **assujetties aux interrupteurs** en période **estivale** (lundi 15/09/17)

Pièces	Vitesse mesurée lumière éteinte (m/s)	Vitesse mesurée lumière allumée (m/s)	Débits calculés (m <sup>3</sup> /h)	Débits théoriques lum.éteintes/allumée s (m <sup>3</sup> /h)
Sanitaires RDJ	0,85	0,85	22	30/90
Sanitaires RDC	0,91	0,91	24	30/90

Tableau 11 : Mesures de ventilation sur les bouches **assujetties aux interrupteurs** en période **hivernale** (lundi 15/03/18)

Pièces	Vitesse mesurée lumière éteinte (m/s)	Vitesse mesurée lumière allumée (m/s)	Débits calculés (m <sup>3</sup> /h)	Débits théoriques lum.éteintes/allumée s (m <sup>3</sup> /h)
Sanitaires RDJ	1	1	26	30/90
Sanitaires RDC	0,95	0,95	25	30/90

D'après les mesures présentées dans les tableaux 11 et 12, les débits sont les mêmes que les lumières soient allumées ou éteintes. Ils sont légèrement inférieurs aux débits prévus en cas d'inoccupation mais largement insuffisants en cas d'occupation.

Tableau 12 : Mesures de ventilation sur les bouches **à débit fixe** en période **estivale** (lundi 15/09/17)

Pièces	Vitesses mesurées (m/s)	Débits calculés (m <sup>3</sup> /h)	Débits théoriques (m <sup>3</sup> /h)
Office RDJ	0,64	17	30
Bureau RDC	Mesure impossible à prendre (bouche mal positionnée)		30

Tableau 13 : Mesures de ventilation sur les bouches **à débit fixe** en période **hivernale** (lundi 15/03/18)

Pièces	Vitesses mesurées (m/s)	Débits calculés (m <sup>3</sup> /h)	Débits théoriques (m <sup>3</sup> /h)
Office RDJ	0,85	22	30
Bureau RDC	Mesure impossible à prendre (bouche mal positionnée)		30

Les débits sont quasiment conformes aux débits prévus avec une incertitude pour le bureau ou la mesure n'a pas pu être faite.

### **Conclusion globale et préconisations sur la ventilation :**

Lors de nos deux visites, la VMC ne fonctionnait pas de façon optimale :

- d'une part, elle n'était pas assujettie au taux de CO<sub>2</sub> ou à la lumière (selon le dispositif) ;
- d'autre part, elle était coupée au moment où son action est la plus nécessaire : en présence des enfants à la pause méridienne et le soir.

De plus, l'entretien et la maintenance de ce système sont absolument primordiaux, surtout dans le cas d'une VMC double-flux. Elle risque de s'encrasser très vite et donc de provoquer sur-consommation énergétique, renouvellement d'air largement insuffisant et détérioration du système dans son ensemble.

Il faut tout d'abord que la ventilation fonctionne lors de la présence des enfants afin de pouvoir évacuer les polluants et l'humidité.

Pour pallier les problèmes acoustiques, il faudrait vérifier l'installation des pièges à sons initialement prévus dans le système de ventilation, mais la solution n'est absolument pas de couper le renouvellement de l'air.

En outre il faut procéder à l'équilibrage du système entre soufflage et reprise d'air. L'assujettissement des débits aux taux de CO<sub>2</sub> et aux interrupteurs doit pouvoir fonctionner normalement.

Enfin le dimensionnement des débits doit être adapté au nombre d'enfants accueillis, soit 15 m<sup>3</sup>/h par enfant et 25 m<sup>3</sup>/h par adulte.

Cette mission devra être confiée à une entreprise compétente.

## **4.2 LES POLLUANTS ISSUS DES MATERIAUX ET DES ACTIVITES**

### **4.2.1 Le formaldéhyde**

Les concentrations obtenues pour le formaldéhyde sont précisées dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 14 : Concentrations obtenues pour le formaldéhyde*

	Campagne estivale	Campagne hivernale	Moyenne
Salle de restauration	6,8 µg/m <sup>3</sup>	9,9 µg/m <sup>3</sup>	8,4 µg/m <sup>3</sup>
Périscolaire	7,1 µg/m <sup>3</sup>	9,2 µg/m <sup>3</sup>	8,2 µg/m <sup>3</sup>
Valeur guide 2015	30 µg/m <sup>3</sup>		
Valeur guide 2023	10 µg/m <sup>3</sup>		

Les concentrations obtenues sont faibles et largement inférieures à la valeur guide de 30 µg/m<sup>3</sup>. La valeur guide de 10 µg/m<sup>3</sup> applicable en 2023 est également respectée. À noter à titre de comparaison (bien qu'il s'agisse d'un bâtiment périscolaire) que lors de la campagne nationale écoles et crèches 71 % des établissements ont présentés tout comme ce bâtiment une concentration moyenne comprise entre 10 et 30 µg/m<sup>3</sup> pour le formaldéhyde.

#### 4.2.2 Le benzène

Les concentrations obtenues pour le benzène sont précisées dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 15 : Concentrations obtenues pour le benzène dans les pièces instrumentées ainsi qu'à l'extérieur*

	Campagne estivale	Campagne hivernale	Moyenne
Salle de restauration	0,3 µg/m <sup>3</sup>	1,2 µg/m <sup>3</sup>	0,8 µg/m <sup>3</sup>
Périscolaire	0,3 µg/m <sup>3</sup>	1,9 µg/m <sup>3</sup>	1,1 µg/m <sup>3</sup>
Extérieur	0,4 µg/m <sup>3</sup>	1,3 µg/m <sup>3</sup>	0,9 µg/m <sup>3</sup>
Valeur guide 2016	2 µg/m <sup>3</sup>		

Les valeurs mesurées dans l'école sont faibles et inférieures à la valeur guide de 2 µg/m<sup>3</sup>. La campagne hivernale présente des valeurs plus élevées que la campagne estivale conformément au comportement saisonnier habituel de ce polluant. A titre de comparaison, lors de la campagne nationale écoles et crèches, 46,2 % des établissements ont présenté une concentration moyenne inférieure à 2 µg/m<sup>3</sup>.



### 4.2.3 Les autres composés

Le tableau ci-après présente les concentrations obtenues dans les pièces pour les autres composés mesurés.

Tableau 16 : Concentrations obtenues pour les autres composés

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Salle de restauration		Périscolaire	
	été	hiver	été	hiver
1-méthoxy-2-propanol	0,7	4,9	0,5	6,5
tétrachloroéthylène	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
éthylbenzène	0,2	1,3	0,3	1,3
toluène	0,5	3,8	0,7	4,2
m- + p-xylène	0,9	4,9	1,4	5,9
styrène	0,1	0,1	0,1	0,4
limonène	2,1	<b>130</b>	0,7	<b>190</b>
alpha-pinène	19,6	<b>400</b>	3,2	<b>580</b>
n-décane	0,2	1,2	0,2	1,2
acétaldéhyde	8,4	<b>32,2</b>	8,3	<b>30</b>
hexaldéhyde	24,8	<b>63,2</b>	24,2	<b>58,1</b>

< LQ : concentration inférieure à la limite de quantification

De fortes concentrations en alpha-pinène et en limonène (respectivement 580 et 190  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ont été observées en phase hivernale dans le périscolaire. Les concentrations en phase estivale sont beaucoup plus faibles ce qui s'explique par une aération plus fréquente des pièces à cette période. En ce qui concerne le limonène, la source la plus probable est l'utilisation des produits de nettoyage du sol. Pour l'alpha-pinène, la présence de bois dans le bâtiment permet d'expliquer cette observation. Lors de la campagne BPE (Bâtiments Performants en Energie) initiée par l'observatoire de la qualité de l'air intérieur dans 72 logements, la présence d'alpha-pinène dans les logements à ossature bois et/ou présentant du mobilier bois a été mise en évidence. Les concentrations en hexaldéhyde sont également plus élevées dans les logements à ossature bois ou avec des revêtements à base de bois brut.

Le périscolaire à ossature bois comporte également beaucoup de bois au niveau des revêtements (murs, sol pour le périscolaire) ce qui permet d'expliquer des concentrations en hexaldéhyde un peu plus fortes que ce qui est habituellement rencontrés dans les espaces intérieurs. Pour l'acétaldéhyde dont les concentrations mesurées atteignent 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les sources principales de ce polluant sont la photochimie, la fumée de tabac, l'encens, les bougies, les photocopieurs, les panneaux de bois brut, les panneaux de particules. La source la plus probable dans le bâtiment est également la présence de bois.

## 4.3 LES POLLUANTS INDICATEURS DES SYSTEMES DE CHAUFFAGE ET DE LA COMBUSTION

### 4.3.1 Les PM2,5

La concentration en PM2,5 a été mesurée uniquement lors de la phase hivernale. La salle du périscolaire présente une moyenne sur la période de 5 µg/m<sup>3</sup> avec une valeur maximale de 19,3 µg/m<sup>3</sup>. Pour la salle de restauration, la moyenne est plus faible (3,8 µg/m<sup>3</sup>) avec une valeur maximale de 64 µg/m<sup>3</sup>. Ces deux valeurs maximales ont été mesurées en même temps le 13 mars à 7h30 du matin ce qui peut s'expliquer par la réalisation d'activités manuelles par les enfants à ce moment-là. Les valeurs moyennes mesurées sont faibles et respectent la valeur repère de 17 µg/m<sup>3</sup>.

### 4.3.2 Le dioxyde d'azote

Les concentrations en dioxyde d'azote obtenues dans les deux pièces instrumentées se trouvent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Concentrations obtenues pour les autres composés

	Campagne estivale	Campagne hivernale	Moyenne
Salle de restauration	15,3 µg/m <sup>3</sup>	17,6 µg/m <sup>3</sup>	16,5 µg/m <sup>3</sup>
Périscolaire	-	15,6 µg/m <sup>3</sup>	-
Extérieur	19,7 µg/m <sup>3</sup>	19,6 µg/m <sup>3</sup>	19,7 µg/m <sup>3</sup>
Valeur guide indicative	20 µg/m <sup>3</sup>		

Les concentrations en dioxyde d'azote dans le bâtiment sont modérées et en deçà de la valeur guide indicative de 20 µg/m<sup>3</sup>. Les concentrations sont plus fortes à l'extérieur en lien avec la présence de la route RD11 à proximité qui constitue la principale source des concentrations intérieures.

## 4.4 LE RADON ET LES MOISSURES

### Le radon

Le périscolaire présente une concentration moyenne pour le radon de 30 Bq/m<sup>3</sup>. Cette valeur est inférieure à la valeur limite de référence de 300 Bq/m<sup>3</sup>.

### Les moisissures

Le niveau de contamination en UFC/m<sup>3</sup> a été déterminé dans la salle de restauration, la salle de périscolaire, la salle de sieste et à l'extérieur.

Tableau 18 : Contamination pour les moisissures

	Salle de restauration	Périscolaire	Salle de sieste	Extérieur
Nombre d'UFC/m <sup>3</sup>	120	70	130	40
Niveau de contamination	Faible	Faible	Faible	Faible

La faculté de médecine de Nancy qui a réalisé les prélèvements indique les éléments suivants : « Les prélèvements d'air ne montrent pas de pollution des lieux par rapport à l'air extérieur. Les moisissures identifiées appartiennent à la flore aéroportée classique. Les espèces retrouvées ne sont pas indicatrices d'humidité et sont régulièrement rencontrées dans l'air intérieur. »

## CONCLUSION

La caractérisation de la qualité de l'air dans les deux salles du périscolaire a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Des paramètres de confort thermique conformes aux recommandations avec toutefois des taux d'humidité parfois un peu faibles en campagne hivernale.
- Un renouvellement d'air insuffisant notamment dans la salle de restauration en lien avec l'arrêt du système de ventilation dès l'arrivée des enfants, et un système initialement sous-dimensionné.
- Des concentrations faibles et inférieures aux valeurs de référence pour la majorité des polluants chimiques mesurés, hormis des valeurs plus élevées pour les terpènes (limonène et alpha-pinène) et les aldéhydes (hexaldéhyde et acétaldéhyde). Pour le limonène, la source la plus probable est l'utilisation des produits de nettoyage du sol. Pour les trois autres composés, les concentrations mesurées sont liées à la présence d'une ossature et de revêtements bois dans le bâtiment.
- Des niveaux en PM<sub>2,5</sub> et en moisissures également faibles et inférieurs aux valeurs de référence.

Au vu de ces résultats, et notamment de l'impact de l'utilisation de matériaux bois sur les concentrations de certains composés, il est recommandé d'améliorer le renouvellement d'air dans le bâtiment. Pour ce faire, il est conseillé de revoir intégralement le fonctionnement du système de ventilation en suivant les préconisations proposées en conclusion de la partie 4.1.2 sur le renouvellement d'air.

Cette mesure doit s'accompagner d'une aération régulière des espaces, notamment après l'utilisation de produits d'entretien, avant et après l'accueil des enfants.

# ANNEXE 1

## QUESTIONNAIRES D'ACTIVITES

Campagne estivale- périscolaire



Questionnaire à remplir sur les activités dans la pièce pendant la campagne de mesure

Commune / bâtiment concerné(e) : CENTRE PERISCOLAIRE  
 Nom de la pièce : GARDERIE  
 Nom de la personne qui a rempli le questionnaire : .....

Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire recto/verso qui nous permet d'interpréter les données obtenues lors de la campagne de mesure avec les activités réalisées dans la pièce durant la semaine.

1. L'entretien de la pièce a-t-il été réalisé ? (nettoyage des sols, vitres, tables) : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type de ménage effectué par jour dans le tableau ci-dessous :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des activités de ménage		18h30-19h30			18h30-19h30
Type d'activité (ex : sol, murs, tables, vitres etc)	sol tables chaises meubles	sol table chaises meubles sanitaires			sol table chaises meubles sanitaires

2. Des activités de collage, de peinture ou utilisant des marqueurs ont-elles eu lieu ? Non  Oui

Si Oui merci de préciser le type d'activités, le matériel utilisé ainsi que le jour et l'heure :

Lundi collage (stick colle) Jeudi peinture  
 mardi " " gouache pour enfant  
 Mercredi flash. Peuse

3- Durant la semaine, avez-vous ouvert des fenêtres/porte-fenêtre : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type d'ouverture effectuée par jour dans le tableau ci-dessous :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des ouvertures					
Type d'ouverture (en grand, oscillo-battant...)					

La porte est-elle ouverte en présence des enfants : Non  Oui

4. Le chauffage a-t-il fonctionné pendant la semaine : Non  Oui

5. D'autres sources de combustion ont-elles été utilisées (bougies, encens...) : Non  Oui

Si Oui : merci de préciser : .....

6- Un événement inhabituel a-t-il eu lieu durant le prélèvement (dans les locaux ou à l'extérieur à proximité (feu, travaux extérieurs, etc...)? Non  Oui

Si Oui : de quel ordre et à quel moment de la semaine :

.....

7- La pièce a-t-elle fait l'objet d'une rénovation moins de 6 mois avant les mesures :  Non  Oui

Si Oui : de quel ordre (ex. : sol, mobilier, peinture...) ? : .....

Campagne estivale- salle de restauration



Questionnaire à remplir sur les activités dans la pièce pendant la campagne de mesure

Commune / bâtiment concerné(e) : CENTRE PÉRI-SOLAIRE  
 Nom de la pièce : SANTINE  
 Nom de la personne qui a rempli le questionnaire : .....

Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire recto/verso qui nous permet d'interpréter les données obtenues lors de la campagne de mesure avec les activités réalisées dans la pièce durant la semaine.

1. L'entretien de la pièce a-t-il été réalisé ? (nettoyage des sols, vitres, tables) : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type de ménage effectué par jour dans le tableau ci-dessous :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des activités de ménage	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30
Type d'activité (ex : sol, murs, tables, vitres etc)	Sol, tables, chaises Sanitaires office	Sol, tables, chaises Sanitaires office	Sol, tables, chaises Sanitaires office	Sol, tables, chaises Sanitaires office	Sol, tables, chaises Sanitaires office

2. Des activités de collage, de peinture ou utilisant des marqueurs ont-elles eu lieu ? Non  Oui

Si Oui merci de préciser le type d'activités, le matériel utilisé ainsi que le jour et l'horaire :

.....  
 .....

3- Durant la semaine, avez-vous ouvert des fenêtres/porte-fenêtre : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type d'ouverture effectuée par jour dans le tableau ci-dessous :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des ouvertures	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30	13 <sup>h</sup> 30 - 14 <sup>h</sup> 30
Type d'ouverture (en grand, oscillo-battant...)	grand	grand	grand	grand	grand

La porte est-elle ouverte en présence des enfants : Non  Oui

4. Le chauffage a-t-il fonctionné pendant la semaine : Non  Oui

5. D'autres sources de combustion ont-elles été utilisées (bougies, encens...) : Non  Oui

Si Oui : merci de préciser : .....

6- Un événement inhabituel a-t-il eu lieu durant le prélèvement (dans les locaux ou à l'extérieur à proximité (feu, travaux extérieurs, etc...)) ? Non  Oui

Si Oui : de quel ordre et à quel moment de la semaine :

.....

7- La pièce a-t-elle fait l'objet d'une rénovation moins de 6 mois avant les mesures :  Non  Oui

Si Oui : de quel ordre (ex : sol, mobilier, peinture...) ? : .....

Campagne hivernale- salle de restauration et de périscolaire



Questionnaire à remplir sur les activités dans la pièce pendant la campagne de mesure

Commune / bâtiment concerné(e) : "La Ruche" Périscolaire  
 Nom de la pièce : .....  
 Nom de la personne qui a rempli le questionnaire : Zane Rubben directrice

Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire recto/verso qui nous permet d'interpréter les données obtenues lors de la campagne de mesure avec les activités réalisées dans la pièce durant la semaine.

1. L'entretien de la pièce a-t-il été réalisé ? (nettoyage des sols, vitres, tables) : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type de ménage effectué par jour dans le tableau ci-dessous :

Garderie

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des activités de ménage	16h30	18h30	17h30	18h30	18h30
Type d'activité (ex : sol, murs, tables, vitres etc)	Sanitaires	Sanitaires/tables	Sanitaires	Sanitaires	Sanitaires/sol, tables, chaises

Cantine

↳ Les Jours Cantine : 13h30  
 2. Des activités de collage, de peinture ou utilisant des marqueurs ont-elles eu lieu ? Non  Oui   
 Vaisselle - Cuisine, tables, chaises, sol, Sanitaires

Si Oui merci de préciser le type d'activités, le matériel utilisé ainsi que le jour et l'horaire :

Fenêtres les matins (7h30-8h30)

3- Durant la semaine, avez-vous ouvert des fenêtres/porte-fenêtre : Non  Oui

Si Oui merci de préciser les plages horaires et le type d'ouverture effectuée par jour dans le tableau ci-dessous :

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Horaires des ouvertures	13h30 à 14h	↳ Les Jours			
Type d'ouverture (en grand, oscillo-battant...)	2 portes Cantine	+	V.M.C. de	13h30 à 16h	

La porte est-elle ouverte en présence des enfants : Non  Oui

4. Le chauffage a-t-il fonctionné pendant la semaine : Non  Oui

5. D'autres sources de combustion ont-elles été utilisées (bougies, encens...) : Non  Oui

Si Oui : merci de préciser : .....

6- Un événement inhabituel a-t-il eu lieu durant le prélèvement (dans les locaux ou à l'extérieur à proximité (feu, travaux extérieurs, etc...)? Non  Oui

Si Oui : de quel ordre et à quel moment de la semaine : Mardi (10h45 - 11h15) Porte du Poêle mal fermée (R.DJ)

7- La pièce a-t-elle fait l'objet d'une rénovation moins de 6 mois avant les mesures :  Non  Oui

Si Oui : de quel ordre (ex : sol, mobilier, peinture...) ? : .....

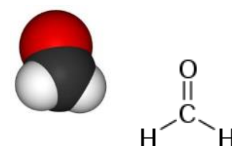
## ANNEXE 2

### SOURCES D'ÉMISSIONS DE QUELQUES POLLUANTS A L'ÉTUDE

#### 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.

- **formaldéhyde** : produits de construction et de décoration contenant des colles ou des liants urée-formol (panneaux de particules, panneaux de fibres, panneaux de bois brut et aggloméré, parquets, laines minérales, moquettes, mobiliers, stratifiés...), peintures et colles en phase aqueuse, vernis, sources de combustion (fumée de tabac, encens, bougies, cheminées...), livres et magazines neufs, photocopieurs, imprimantes laser, produits d'entretien, désinfectants, vernis, colles, revêtements de sol ;  
Le formaldéhyde est également omniprésent dans l'industrie de la finition textile (utilisation de résines, traitements pour en augmenter la résistance, brillance, empêcher le rétrécissement, faciliter le lavage...).



Le formaldéhyde peut également être formé par réaction chimique de l'ozone avec certains matériaux de construction et revêtements.

- **acétaldéhyde** : photochimie, fumées de tabac, encens, bougies, 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, plantes, désodorisants, désinfectant (lingettes, produits liquides, gel...), peinture à phase solvant, conservateur dans des produits de type peinture, bois...
- **butyraldéhyde** : photocopieurs ; imprimantes, laser, solvants.
- **valéraldéhyde** : émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules.
- **Hexaldéhyde** : panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, produit de traitement du bois, panneaux de bois brut, des revêtements muraux comme la peinture à base de solvant, utilisation de produits ménagers, de parfums ou désodorisants d'intérieur...

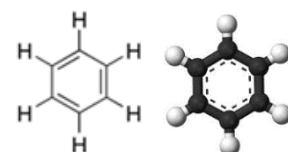
#### Les autres COV (liste non exhaustive)

##### Les BTEX

Le **benzène**, le **toluène**, l'**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.
- **éthylbenzène** : 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, désodorisants, tapis.



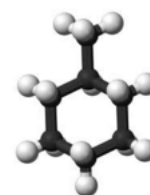
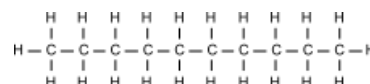
#### Autres hydrocarbures aromatiques :

- **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.
- **n-undécane** : white-spirit, colles pour sol, cires, vernis à bois, nettoyants pour sol, moquettes, tapis, huile pour parquet, solvant.
- **méthylcyclohexane** : un solvant des éthers de cellulose (les éthers de cellulose étant utilisés pour contrôler la viscosité d'un milieu, en tant qu'épaississants ou bien gélifiants par exemple dans l'industrie alimentaire, dans l'industrie pharmaceutique, dans les peintures, les colles ou encore les cosmétiques).

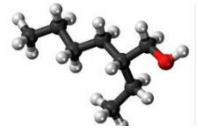
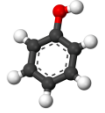




## Alcools

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

- **butanol** : solvant dans les industries des laques, peintures, vernis, encres et résines, solvant de nettoyage, produits dégraissants.
- **Phénol** : utilisé dans l'industrie des matières plastiques, pour la fabrication de plastifiants, d'adhésifs, de durcisseurs, de dissolvants, d'isolants.
- **2-éthylhexanol** : l'utilisation la plus répandue est la fabrication du diester bis(2-éthylhexyl) phtalate (DEHP), un plastifiant.



## Acétates (esters)

- **n-butyl acétate** : solvant utilisé comme diluant pour peintures, encres d'imprimerie, colles, laques et vernis. Agent d'extraction dans l'industrie pharmaceutique. Solvant utilisé pour la fabrication de cuirs artificiels, plastiques, fils photographiques. Arômes et parfums pour l'industrie alimentaire. Cosmétiques (dissolvant pour vernis à ongles..).

## Ethers de glycols

- **2-phénoxyéthanol** : solvant pour peintures, vernis, laques, encres d'imprimerie, colorants. Biocide pour produits ménagers et industriels.
- **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 3

## NATURE DU CONFINEMENT ET INFORMATIONS ASSOCIEES

### D'APRES L'INDICE ICONE

ICONE	nature du confinement	INFORMATIONS
0	Confinement nul	néant
1	Confinement faible	
2	Confinement moyen	
3	Confinement élevé	
4	Confinement très élevé	<p><b>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage :</b>            Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation.            En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est souhaitable d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation.</p>
5	Confinement extrême	<p><b>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage :</b>            Veiller à ce que l'utilisation des pièces soit conforme au taux d'occupation prévu. Lorsque ces salles sont équipées d'un dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé de faire intervenir un spécialiste pour procéder à une inspection de l'installation.            En l'absence de dispositif spécifique de ventilation, il est recommandé d'améliorer les conditions d'aération de ces salles en procédant à des ouvertures plus fréquentes des fenêtres durant les périodes d'occupation.</p> <p><b>Actions à mener par le maître d'ouvrage ou l'exploitant de l'établissement :</b>  <b>Nécessité de mener toute expertise nécessaire pour identifier les causes du confinement extrême dans l'établissement.</b></p> <p><b>Actions à mener par l'organisme en charge de la réalisation des mesures sur site :</b>  <b>Information au préfet du lieu d'implantation de l'établissement dans un délai de quinze jours après réception de l'ensemble des résultats d'analyse.</b></p>

*présentation de l'indice de confinement - 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 – Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB - 2012).*

## ANNEXE 4

### ESPECES DE MOISSURES IDENTIFIEES



Faculté de Médecine - DHREAS  
Monique GUILLASO  
Bât E - 3ème étage  
9, avenue de la Forêt de Haye BP 20199  
54505 Vandœuvre-Lès-Nancy Cedex  
03 72 74 61 95 monique.guillaso@univ-lorraine.fr

Prélèvements	Salle des repas RDC	Salle d'activités 1 <sup>er</sup> étage	Salle de siestes 2 <sup>ème</sup> étage	Extérieur
Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternaria</i> sp.</li> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> <li>• Basidiomycète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> <li>• <i>Penicillium</i> sp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> <li>• Basidiomycète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Penicillium</i> sp.</li> </ul>
Surfaces	<u>Mur entre les lattes RDC</u>	<u>Mur entre les lattes 1<sup>er</sup> étage</u>	<u>Mur entre les lattes 2<sup>ème</sup> étage</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de croissance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternaria</i> sp.</li> <li>• Basidiomycète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de croissance</li> </ul>	
	<u>Cadre de fenêtre RDC</u>	<u>Cadre de fenêtre 1<sup>er</sup> étage</u>	<u>Plafond 2<sup>ème</sup> étage</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basidiomycète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basidiomycète</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de croissance</li> </ul>	
eSurface	<u>Grille de soufflage RDC</u>	<u>Vitre fendue 1<sup>er</sup> étage</u>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternaria</i> sp.</li> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de croissance</li> </ul>		
	<u>Grille d'extraction RDC</u>	<u>Grille de soufflage 1<sup>er</sup> étage</u>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> <li>• Levure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cladosporium</i> sp.</li> <li>• <i>Paecilomyces</i> sp.</li> <li>• Levure</li> </ul>		
		<u>Grille d'extraction 1<sup>er</sup> étage</u>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Alternaria</i> sp.</li> <li>• <i>Paecilomyces</i> sp.</li> <li>• Basidiomycète</li> </ul>		

Moissures allergènes reconnues : Les espèces d'*Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Rhodotoula*  
 Moissures dont le pouvoir allergènes est moindre ou variable selon les espèces : *Rhizopus*, Basidiomycète, *Fusarium*  
 Moissures reconnues pour avoir un pouvoir infectieux : *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Rhodotoula*