



Caractérisation de la qualité de l'air intérieur au sein de deux micro-crèches de l'agglomération Troyes Champagne Métropole

CONDITIONS DE DIFFUSION

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

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur et les guides méthodologiques nationaux.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *JENNESON Bérénice, ingénieure d'études*

Relecture : *SCHNEIDER Christelle, ingénieure d'études*

Approbation : *PALLARES Cyril, responsable Unité Surveillance-Etudes réglementaires.*

Référence du modèle de rapport : SURV-FE-026_4 (basé sur COM-FE-001_7)

Référence du projet : 00463

Référence du rapport : SURV-EN-544_indice 2

Date de publication : 07/04/2021

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	3
INTRODUCTION	4
1. DESCRIPTIF DES BATIMENTS	5
2. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	7
2.1. PARAMETRES SUIVIS	7
2.2. TECHNIQUES DE MESURE.....	8
2.2.1. Température, humidité relative et ventilation	8
2.2.2. Le dioxyde de carbone.....	9
2.2.3. Tubes à diffusion passive	9
2.2.4. La balise Fireflies.....	10
2.2.5. Les moisissures.....	10
2.3. STRATEGIE D'ECHANTILLONAGE	10
3. STRATEGIE DE COMPARAISON	11
3.1. VALEURS DE REFERENCE	11
3.1.1. Les paramètres de confort.....	11
3.1.2. Le dioxyde de carbone.....	12
3.1.3. Le benzène et le formaldéhyde.....	12
3.1.4. Les autres composés organiques volatils	13
3.1.5. Le dioxyde d'azote.....	13
3.1.6. Les moisissures.....	14
3.2. DONNEES COMPARATIVES	14
4. RESULTATS	16
4.1. TEMPERATURE ET HUMIDITE RELATIVE.....	16
4.2. DIOXYDE DE CARBONE	17
4.3. FORMALDEHYDE	18
4.4. BENZENE.....	19
4.5. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS.....	20

4.6. LE DIOXYDE D'AZOTE	22
4.7. LES MOISSURES.....	22
CONCLUSION.....	24

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'un programme d'accompagnement pour la mise en place d'un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur, deux micro-crèches de la Communauté d'agglomération de Troyes Champagne Métropole ont fait l'objet du 14 au 18 décembre 2020 d'une campagne de mesure de la qualité de l'air intérieur.

Différents paramètres et polluants ont ainsi été ciblés :

- Les paramètres de confort
- Le dioxyde carbone indicateur du renouvellement d'air
- Les aldéhydes dont le formaldéhyde en moyenne sur 4,5 jours
- Les composés organiques volatils composé par composé en moyenne sur 4,5 jours
- Les composés organiques volatils totaux en continu.
- Le dioxyde d'azote
- Les moisissures

Cette étude a permis de mettre en évidence un problème de renouvellement d'air dans les dortoirs des deux micro-crèches se traduisant par des indices de 4 correspondant à un confinement très élevé. Le dortoir de la crèche de Villechétif n'est pas équipé de fenêtre ce qui ne permet pas d'en réaliser l'aération en présence des enfants. Pour cette pièce, la mise en place d'un système de ventilation serait à étudier. Pour le dortoir de Barberey-St-Sulpice, une aération plus importante est à réaliser en conciliation avec le maintien d'un bon confort thermique dans la pièce.

Les concentrations sont faibles pour l'ensemble des composés organiques volatils mesurés incluant le benzène et le formaldéhyde. La mesure en continu des COV totaux fait cependant apparaître des niveaux élevés lors de la réalisation des activités d'entretien en particulier au sein de la crèche de Barberey St Sulpice. Les concentrations baissent rapidement après ouverture des fenêtres. Il est conseillé de réaliser l'ouverture des fenêtres de façon systématique pendant et après le nettoyage et d'étudier la possibilité de réduire les quantités de produits utilisés et de revoir éventuellement leur nature.

Les valeurs obtenues pour le dioxyde d'azote sont faibles à modérées. En ce qui concerne les mesures de moisissures, elles font apparaître une contamination fongique faible dans l'air des deux établissements malgré la présence de moisissures visibles sur certaines surfaces de la micro-crèche de Barberey-St-Sulpice. Il est cependant recommandé de procéder à un nettoyage des moisissures et d'identifier la source d'humidité à l'origine de la formation des colonies.

INTRODUCTION

Dans son Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2017-2021 (PRSQA), ATMO Grand Est, association agréée pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique sur la Région Grand Est, décrit la mise en œuvre de la stratégie régionale de surveillance de la qualité de l'air intérieur.

Un des axes de cette stratégie vise notamment, pour l'air intérieur, à coupler l'évaluation des concentrations en air intérieur avec l'évaluation de l'origine des pollutions constatées. 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.

Troyes Champagne Métropole a sollicité ATMO Grand Est pour la mise en œuvre d'un accompagnement à la mise en œuvre d'un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur. Cet accompagnement inclut la caractérisation de la qualité de l'air intérieur dans deux micro-crèches pour lesquelles des problèmes de d'odeurs ont ponctuellement été observés. Il s'agit de la micro-crèche de Villechétif et de celle de Barberey-St-Sulpice pour lesquelles des mesures de la qualité de l'air ont été réalisées du 14 au 18 décembre 2020 afin de répondre à différents objectifs :

- Evaluer les niveaux en formaldéhyde et en benzène, deux polluants réglementés en air intérieur pour comparaison aux différentes valeurs en vigueur réglementaires et valeurs d'aide à la gestion existantes en air intérieur.
- Caractériser les composés organiques volatils présents afin de déterminer le lien potentiel avec la présence d'odeurs et en déterminer leur origine.
- Déterminer les niveaux en dioxyde d'azote
- Estimer la contamination en moisissures dans l'air en lien avec l'observation de colonies sur les surfaces dans la micro-crèche de Barberey-St-Sulpice.

Un descriptif du bâtiment concerné est 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 sont ensuite présentés, puis utilisés pour l'interprétation des résultats obtenus.

1. DESCRIPTIF DES BATIMENTS

Les deux micro-crèches se situent dans à proximité de la ville de Troyes dans un secteur rural pour la micro-crèche de Villechétif et périurbain pour celle de Barberey-St-Sulpice. Les établissements sont éloignés de routes à fort trafic.

Le tableau ci-dessous répertorie les caractéristiques des deux bâtiments :

Tableau 1 : Caractéristiques des bâtiments

Etablissement	Nature de la construction	Nombre de niveau	Nombre de pièces et répartition
Villechétif	Standard en dur	2	6 au rez-de-chaussée et 3 à l'étage
Barberey-St-Sulpice	Standard en dur	1	9 pièces

Les établissements disposent d'une salle de vie, d'une salle dédiée aux repas et aux activités manuelles, de deux dortoirs (un pour les bébés et l'autre pour le plus grands) et d'une salle de change. Des bureaux sont également présents.



Une extraction d'air est présente au niveau des sanitaires et certaines fenêtres sont équipées de réglottes d'entrée d'air. Le renouvellement d'air principal du bâtiment est réalisé par le biais de l'ouverture des fenêtres double vitrage.

Des colonies de moisissures sont observables sur les revêtements dans la crèche de Barberey notamment au niveau du dortoir des bébés.

Pour chaque établissement, les mesures ont été effectuées au niveau du dortoir des grands et de la salle de repas/d'activité. Pour les moisissures, des mesures ont également été réalisées dans d'autres pièces.

Figure 1 : Moisissures observées au sein de la micro-crèche de Barberey-St-Sulpice

Les revêtements présents dans les principales pièces investiguées sont décrits ci-après :

Tableau 2 : Revêtements présents dans les pièces.

Pièce	Murs	Plafond	Sols	Mobilier	Autre
Salle activité Villechétif	Papier peint et peinture	Faux plafond	Carrelage	Tables, chaises, chevalets, loisirs créatifs	Réalisation de loisirs créatifs
Dortoir Villechétif	Papier peint et peinture	Peinture	Linoléum	Couchettes, matelas et lits à barreaux	Fenêtre ne pouvant pas être ouvertes
Salle activité Barberey-St-Sulpice	Papier peint et peinture	Faux plafond	Linoléum	Tables, chaises, chevalets, loisirs créatifs	Réalisation de loisirs créatifs
Dortoir Barberey Barberey-St-Sulpice	Papier peint et peinture	Peinture	Linoléum	Couchettes, matelas et lits à barreaux	Présence de moisissures

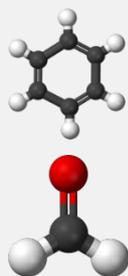
Pour les salles d'activités, les éléments de mobilier dont notamment les tables et les sols sont nettoyés et désinfectés deux fois par jour. Les dortoirs font l'objet d'un nettoyage important une fois par semaine.



Figures 2 et 3 : Dortoirs de Villechétif et de Barberey-St-Sulpice

2. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE 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 leur 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 I**).



Un indicateur du **confinement est la mesure du dioxyde de carbone (CO₂)**. En effet, émis par la respiration des personnes présentes, son accumulation au sein de locaux traduit le manque de renouvellement de l'air. Bien que le CO₂ ne présente pas d'effet notable sur la santé aux niveaux rencontrés, il peut être le signe d'un confinement élevé pouvant engendrer une accumulation de substances polluantes que les auteurs d'une étude¹ lient à une prévalence de symptômes respiratoires tels que des inflammations, infections respiratoires, asthme... et dans une salle de classe à une gêne sur la concentration des enfants/élèves².

1 Sundell J., Levin H., Nazaroff W. W., Cain W. S., Fisk W. J., Grimsrud D. T., Gyntelberg F., Li Y., Persily A. K., Pickering A. C., Samet J. M., Spengler J. D., Taylor S. T. and Weschler C. J., 2011. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature, *Indoor Air*, 21(3), 205-218.

2 OQAI (2004). Impact énergétique et sanitaire du renouvellement d'air dans deux écoles primaires, rapport. 98 p.



Les teneurs en polluants dans l'air intérieur dépendent de plusieurs facteurs complémentaires aux **émissions des matériaux de construction** et à celles liées aux **systèmes de chauffage** : sources d'**émissions extérieures**³, activités humaines (utilisations de produits et d'appareils domestiques, tabagisme⁴...), réactions chimiques⁵, température et humidité relative des locaux⁶, ventilation (mécanique et/ou naturelle)⁷.

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

- Les paramètres de confort
- Le dioxyde de carbone
- Les aldéhydes dont le formaldéhyde
- Les composés organiques volatils composé par composé dont le benzène
- Les composés organiques volatils totaux en continu dans les salles d'activité
- Le dioxyde d'azote
- Les moisissures

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.

Figure 4 : Sonde EBRO/EBI

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

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

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

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

⁷ Poupard O., Blondeau P., Iordache V., Allard F. *Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools. Atmospheric Environment*, n° 39, p. 2071-2080, 2005.

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.

Figure 5 : Q-trak sonde 980

2.2.3. Tubes à diffusion passive

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

- ✓ Les composés organiques volatils dont le benzène
- ✓ Les aldéhydes dont le formaldéhyde.
- ✓ Le dioxyde d'azote

Les tubes passifs de type « Radiello » permettant la mesure du benzène sont constitués de 2 tubes cylindriques concentriques (Figure 6) : 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 NO₂, les tubes de type « Gradko » comprennent un seul élément cylindrique bouché à son extrémité (Figure 7).



Figure 6 : Tubes passifs Radiello



Figure 7 : Tubes passifs Gradko

La quantité de molécules piégées dans la cartouche est proportionnelle à leur concentration moyenne dans l'environnement durant l'exposition du tube. Dans la pièce à investiguer, le tube passif est suspendu à l'horizontal et ceci pour une durée de 4,5 jours. Pendant le prélèvement, les polluants gazeux traversent le corps diffusif jusqu'à la zone de piégeage formée par la cartouche absorbante. Après exposition, la cartouche est placée dans un tube en verre et envoyée à un laboratoire d'analyse. Les concentrations dans l'air moyennes des polluants sur l'ensemble de la période d'exposition (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) seront déterminées par analyse différée des échantillons en laboratoire :

- Le Laboratoire Interrégional de Chimie 'SYNAIRGIE' situé à Schiltigheim accrédité par le COFRAC (n° 1-2092) par chromatographie liquide haute performance (HPLC) avec détection par absorption pour le formaldéhyde.
- L'Istituto Clinico Scientifico Maugeri situé à Peralolo di Vignozza en Italie pour l'analyse des COV (NF EN ISO 16017-2).
- Le laboratoire de chimie Atmo Grand Est pour l'analyse du NO₂ par dosage colorimétrique selon la norme NF X 43-009.

2.2.4. La balise Fireflies



La station Fireflies®Q.E.I commercialisée par Azimut Monitoring est un boîtier multicateur de mesure en continu. Les mesures effectuées par cette balise ne correspondent pas à une méthode de mesure normalisée, plus précise et spécifique, mais permettent de visualiser la dynamique des concentrations intérieures au cours d'une journée ou d'une semaine. Ceci permet la mise en évidence de liens éventuels entre les paramètres mesurés (non visibles avec les mesures habituelles) et par conséquent une meilleure gestion de la qualité de l'air en apportant des préconisations adaptées à la situation.

Figure 8 : Balise Fireflies

2.2.5. Les moisissures



Des prélèvements d'air ont été réalisés par le biais d'un biocollecteur sur des géloses (milieu Sabouraud). Les géloses ont été incubées à 35 °C pendant 5 jours puis une identification et une semi-quantification ont été réalisées au microscope par le laboratoire d'Hygiène Hospitalière des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

Figure 9 : Biocollecteur

2.3. STRATEGIE D'ECHANTILLONAGE

Les prélèvements ont été réalisés sur une période de 4,5 jours du 14 au 18 décembre 2020 sauf pour les moisissures où il s'agit de prélèvements instantanés effectués le 14 décembre.

Le tableau ci-après précise les mesures effectuées dans chaque pièce :

Tableau 3 : Type de mesures effectuées dans les différentes pièces

Etablissement	Pièces	Aldéhydes (Formaldéhyde)	COV	Dioxyde de carbone	température et humidité	Balise Azimut (suivi des COV en continu)	NO2	Moisissures
Villechétif	Salle d'activité	X	X	X	X	X	X	X
	Dortoir	X	X	X	X		X	X
	Extérieur		X	X	X		X	X
	Sanitaire							X
Barbèrey-St-Sulpice	Salle d'activité	X	X	X	X	X	X	X
	Dortoir	X	X	X	X		X	X
	Extérieur		X	X	X		X	X
	Autre salle d'activité							X
	Sanitaires/Change							X
	Dortoir nourisson							X

A noter que pour pouvoir se référer à des valeurs guides long terme, il est recommandé d'effectuer deux séries de prélèvements, chacune dans des conditions climatiques contrastées, et en période d'occupation normale (exposition réelle des personnes). Les résultats des tubes passifs présentés dans cette étude permettent d'établir un état des lieux de la qualité de l'air représentatif de la période considérée.

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 Fauconnier⁸ 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.

⁸ 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.

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 CO₂ avec une tolérance jusqu'à 1 300 ppm. On considère que le confinement est élevé à partir de 1700 ppm.



Un **indice de confinement**, appelé **ICONE** (Indice de CONfinement d'air dans les Ecoles), a été développé en 2008 par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)¹⁰. Celui-ci est calculé à partir de la **fréquence et de l'intensité des niveaux de CO₂ autour des valeurs seuils de 1000 et 1700 ppm** (en période d'occupation normale de la salle par les enfants).

Le **niveau de confinement de la pièce est alors exprimé par une note sur une échelle de 0 à 5 (cf. annexe 2)**. La note 0 correspond au confinement nul (niveau de CO₂ toujours inférieur à 1000 ppm), c'est la situation la plus favorable. La note 5 correspond au confinement extrême, c'est la situation la plus défavorable (niveau de CO₂ toujours supérieur à 1700 ppm pendant l'occupation).

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 2011¹¹. 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 rentreront progressivement en vigueur à partir de 2013 (tableau 4).

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.

⁹ L'Habitat « Un air sain chez soi » Ademe, Edition : mai 2015.

¹⁰ CSTB (2012) - Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs.

¹¹ Décret n° 2011-1727 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène.

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	30 µg/m ³ Depuis le 1 ^{er} janvier 2015	100 µg/m ³
Benzène	2 µg/m ³ Depuis le 1 ^{er} janvier 2016	10 µg/m ³

Dans l'air ambiant, le benzène fait l'objet de seuil, à ne pas dépasser extérieur, fixé par le code de l'environnement – article R221-1 : la valeur limite annuelle est de 5 µg/m³ pour 2010. En février 2018, l'ANSES¹² a proposé une valeur guide court terme de 100 µg/m³ pour le formaldéhyde, validée par des mesures de 1h à 4h successives sur la journée. Dans le cas où, les mesures sont effectuées sur un pas de temps plus long de 4,5 à 7 jours, le HCSP¹³ propose cependant de retenir une valeur de gestion provisoire à 30 µg/m³. Par rapport à la technique de mesure employée pour cette étude impliquant des prélèvements sur 4,5 jours, cette valeur (équivalente à la valeur guide long terme ci-dessus) sera utilisée dans le rapport pour la comparaison des concentrations moyennes obtenues.

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.

L'ANSES¹⁴ propose des valeurs guides pour différents composés : le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène, l'acétaldéhyde, l'éthylbenzène et le toluène.

Des valeurs guides indicatives ont été également proposées le styrène et les xylènes dans une étude de Koistinen et al¹⁵. Ces valeurs sont regroupées au sein du tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Valeurs de référence pour les autres composés

Polluants	Valeurs indicatives
acétaldéhyde	ANSES : 160 µg/m ³ (2014)
toluène	ANSES : 20 000 µg/m ³ (2018)
éthylbenzène	ANSES : 1500 µg/m ³ (2016)
(m+p)-xylènes et o-xylène	INDEX : 200 µg/m ³ (2005)
styrène	INDEX : 250 µg/m ³ (2005)
tétrachloroéthylène	ANSES : 250 µg/m ³ (2010)
trichloroéthylène	ANSES : 2 µg/m ³ (2012)

3.1.5. Le dioxyde d'azote

¹² Anses : Mise à jour de valeurs guides de qualité d'air intérieur : Le formaldéhyde – Avis de l'Anses – Rapport d'expertise collective – Février 2018 – Edition scientifique.

¹³ Haut Conseil de la Santé Publique : Valeurs repères d'aide à la gestion de la qualité de l'air intérieur : le formaldéhyde – 2 mai 2019

¹⁴ Liste des Valeurs guides de qualité d'air intérieur de l'Anses – mise à jour de juillet 2018

¹⁵ Koistinen K, Kotzias D, Kephapopoulos S et al. (2008). The INDEX project : executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. Allergy, 63:810-819.

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 2010¹⁶ 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 au-dessus desquelles des actions sont à entreprendre pour améliorer la qualité de l'air intérieur.

L'ANSES a établi une valeur guide long terme pour le NO₂ établie à 20 µg/m³.

3.1.6. Les moisissures

Pour les moisissures, le nombre « d'Unités Formant Colonies » (UFC) par m³ d'air 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 ³)	Niveau de concentration
< 170 UFC/m ³	Faible
170 à 560 UFC/m ³	Moyen
560 à 1000 UFC/m ³	Fort
> 1000 UFC/m ³	Très fort

3.2. DONNEES COMPARATIVES

État des lieux de la qualité de l'air dans des écoles (maternelles/élémentaires) et crèches (2009-2011) :

Une campagne pilote nationale de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises a été lancée en 2009 par le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) sur une période de 2 ans. Au total, 320 établissements répartis sur l'ensemble du territoire ont été concernés par une première phase, durant une semaine d'enseignement, à raison de deux saisons (été et hiver). Lors de cette campagne, deux polluants prioritaires ont été mesurés : le formaldéhyde et le benzène. En complément, des mesures sur le confinement, déterminé notamment à partir du taux de concentration en CO₂, ont été réalisées. Des audits techniques des bâtiments ont complété ce suivi des indicateurs de qualité de l'air intérieur.

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

¹⁶ OMS 2010 WHO Guidelines for indoor air quality : selected pollutants, World Health Organization

¹⁷ Anses (2013) Propositions de Valeurs Guides de qualité d'Air intérieur, Dioxyde d'azote (NO₂). Février 2013. Avis et rapport, 143 p.

A noter que la typologie des établissements enquêtés lors de la campagne nationale ne correspond pas à des établissements de type secondaire comme le collège. Les résultats locaux sont donc comparés à titre indicatif avec les résultats nationaux.

Données nationales FORMALDEHYDE (FA) :

FA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de l'ETABLISSEMENT		Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de chaque PIECE	
	0 à ≤ 10	18,4%	89,4%	19,6%
10 à ≤ 30	71,0%	68,2%		
30 à ≤ 50	9,0%	10,6%	10,3%	12,2%
50 à ≤ 100	1,6%		1,9%	
> 100	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Données nationales BENZENE (BE) :

BE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de l'ETABLISSEMENT		Répartition des MOYENNES annuelles à l'échelle de chaque PIECE	
	0 à ≤ 2	42,6%	42,6%	35,7%
2 à ≤ 5	56,1%	57,4%	63,3%	64,2%
5 à ≤ 10	1,3%		0,9%	
> 10	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%

Figure 10 : Répartition des concentrations en formaldéhyde et en benzène par classes de concentrations en moyennes annuelles tous établissements confondus lors de la campagne nationale.

Icône	CONFINEMENT AU NIVEAU DES PIECES							
	GLOBAL		CRECHES		MATERNELLES		ELEMENTAIRES	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
0	124	13.8%	46	24.6%	37	16.8%	41	8.4%
1	141	15.7%	57	30.5%	51	23.2%	33	6.7%
2	195	21.8%	42	22.5%	67	30.5%	86	17.6%
3	237	26.5%	32	17.1%	43	19.5%	162	33.1%
4	179	20.0%	5	2.7%	20	9.1%	154	31.5%
5	8	0.9%	1	0.5%	0	0.0%	7	1.4%
INV	12	1.3%	4	2.1%	2	0.9%	6	1.2%
TOTAL	896	100%	187	100%	220	100%	489	100%

INV : données invalides ou indisponibles ne permettant pas le calcul du confinement.

Figure 11 : Répartition de l'indice de confinement à l'échelles des pièces - campagne nationale

A noter qu'une campagne nationale a été réalisée en 2013-2017 mais elle concernait uniquement les écoles.

4. RESULTATS

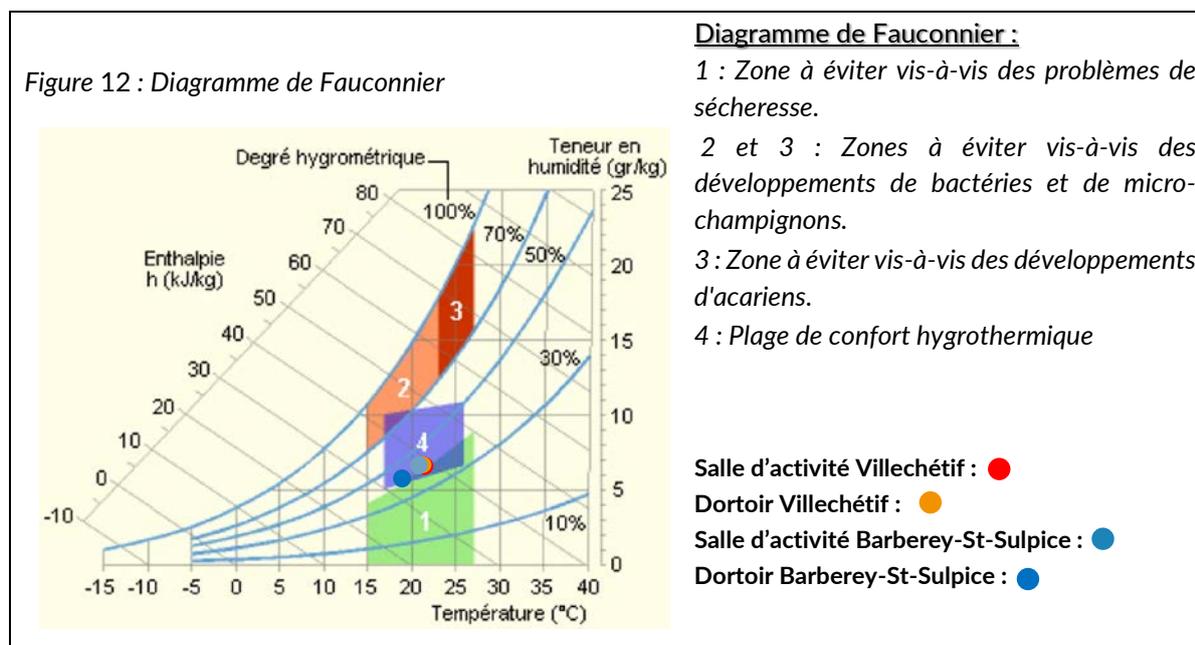
4.1. TEMPERATURE ET HUMIDITE RELATIVE

Les données de température et humidité relative observées durant la semaine de mesure sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Résultats obtenus pour les paramètres de confort

Etablissement	Pièce	Température en °C			Humidité relative en %		
		Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne
Villechétif	Salle activité	17,4	23,1	21,7	28	50	38,7
	Dortoir	19,4	21,5	20,3	34	57	42,2
Barberey-St-Sulpice	Salle activité	17,1	23,2	21,8	33	57,2	43,5
	Dortoir	16,4	22,6	18,9	43,8	56,3	43,8

Les températures observées sont conformes aux préconisations. A noter qu'elles sont parfois assez faibles dans le dortoir de la micro-crèche de Barberey-St-Sulpice. Les taux d'humidité moyens se situent aux alentours de 40% pour l'ensemble des pièces. Ces valeurs ont été reportées dans le diagramme de Fauconnier ci-après.



Les pièces se positionnent dans la plage de confort hygrothermique et parfois même à la limite de la zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse notamment pour le dortoir de Barberey-St-Sulpice.

A noter que l'humidité dans l'air est à différencier de la présence éventuelle d'humidité à d'autres niveaux du bâtiment, ces surfaces n'étant pas en contact direct.

4.2. DIOXYDE DE CARBONE

L'indice de confinement a été calculé dans les quatre pièces instrumentées. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 : Résultats obtenus pour les indices de confinement

Etablissement	Pièce	Valeur de l'indice de confinement	Nature du confinement Maximum	Informations
Villechétif	Salle activité	0	nul	néant
	Dortoir	4	très élevé	sensibilisation
Barberey-St-Sulpice	Salle activité	2	moyen	néant
	Dortoir	4	très élevé	sensibilisation

Le renouvellement de l'air est satisfaisant pour les salles d'activité. En revanche, les dortoirs de Villechétif et de Barberey-St-Sulpice présentent un indice de confinement de 4 correspondant à un confinement très élevé. Comme cela est précisé en annexe 2, l'observation d'un indice 4 ou 5 dans une pièce conduit à un message de sensibilisation au maître d'ouvrage.

Le dortoir de Villechétif ne dispose pas de fenêtres ce qui ne permet pas de renouveler l'air. Les fenêtres du dortoir de Barberey sont ouvertes en oscillo-battant une grande partie de la journée.

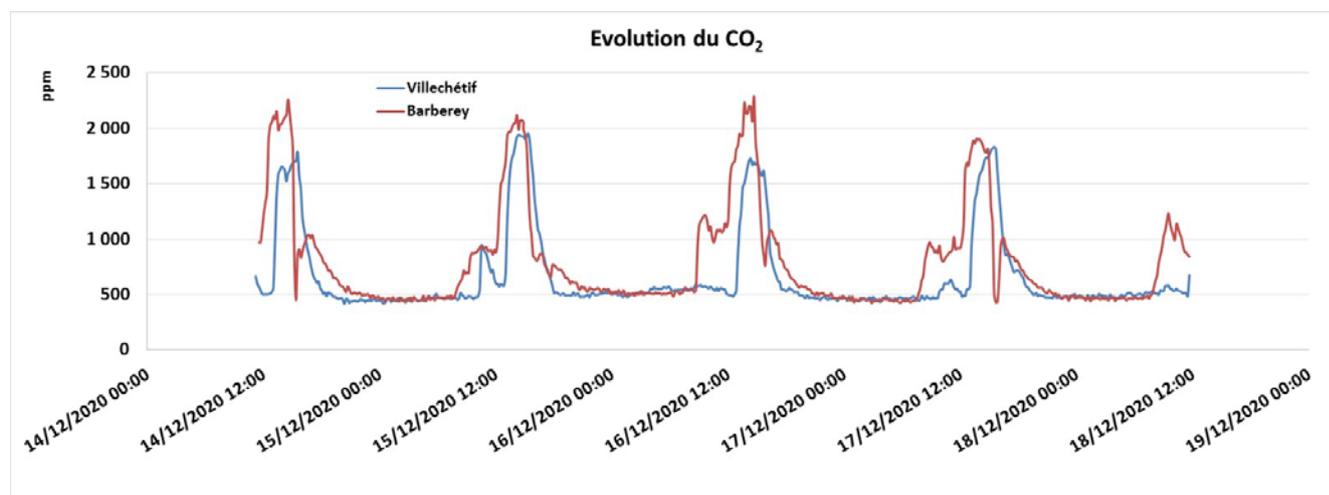


Figure 13 : Evolution du CO₂ dans les dortoirs

Les concentrations en CO₂ augmentent quotidiennement dès l'arrivée des enfants dans le dortoir pour atteindre des valeurs pouvant aller jusqu'à plus de 2000 ppm. Par rapport à la configuration des lieux et notamment l'absence de fenêtre dans le dortoir de Villechétif, la mise en place d'un système de ventilation dans les pièces pourrait être étudiée.

4.3. FORMALDEHYDE

Les résultats obtenus pour le formaldéhyde sont présentés sous le graphique ci-après.

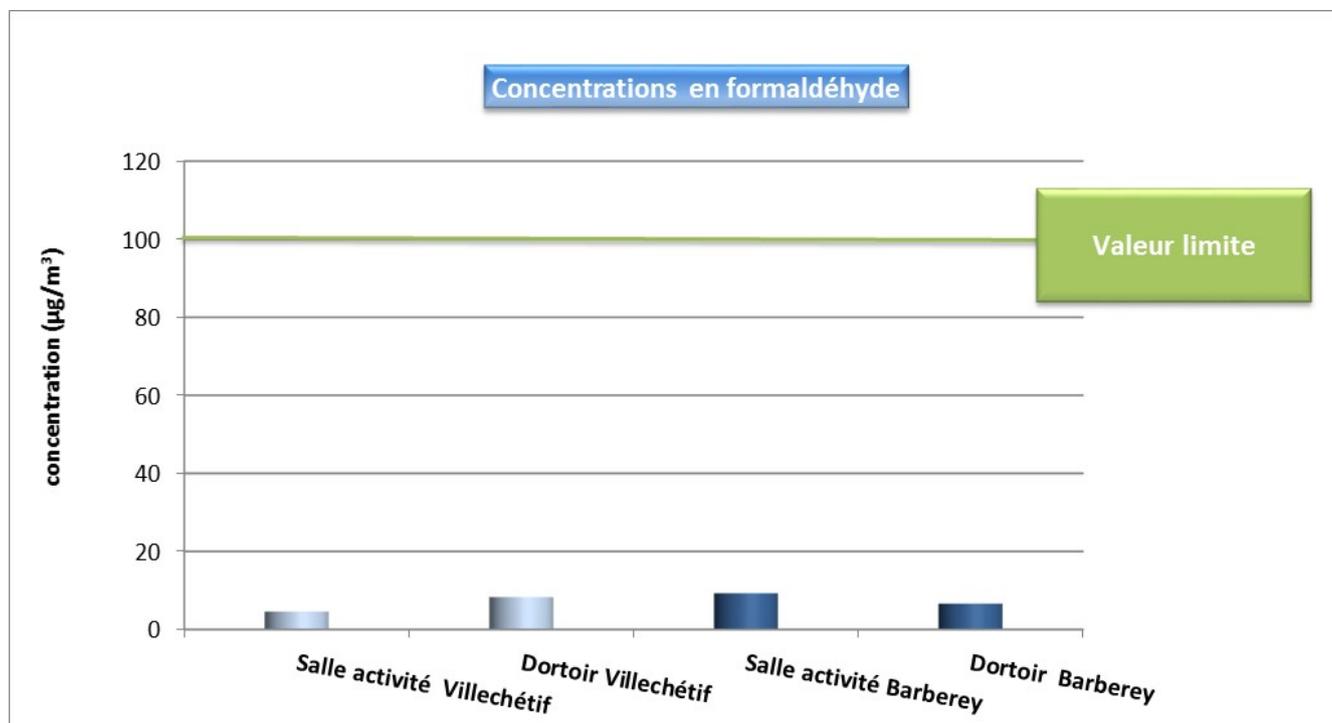


Figure 14 : Concentrations en formaldéhyde

Les concentrations mesurées dans les deux micro-crèches sont faibles et largement inférieures à la valeur limite de 100 µg/m³. Ces résultats sont conformes à ce qui est habituellement observé dans ce type d'établissement car lors de la campagne écoles et crèches, 88 % des pièces ont présenté une concentration comprise entre 0 et 30 µg/m³.

Les résultats obtenus pour les autres aldéhydes mesurés (hexaldéhyde, propionaldéhyde, butyraldéhyde, benzaldéhyde et valéraldéhyde) sont faibles et précisés dans le tableau ci-après. Des concentrations modérées de l'ordre de 27 µg/m³ sont observées pour l'acétaldéhyde dans les deux pièces de Braberey-St-Sulpice.

Les concentrations sont largement inférieures à la valeur guide de 160 µg/m³. Les sources d'acétaldéhyde dans les espaces intérieurs sont la photochimie, la fumée de tabac, l'encens, les bougies, les photocopieurs, les panneaux de bois brut et de particules.

Tableau 9 : Résultats obtenus pour les autres aldéhydes

Composés	Villechétif		Barberey-St-Sulpice	
	Salle activité	Dortoir	Salle activité	Dortoir
Acétaldéhyde	9,2	5,4	27,4	26,9
Hexaldéhyde	4,0	4,3	7,1	4,9
Propionaldéhyde	0,8	1,1	1,1	0,8
Butyraldéhyde	1,9	2,0	3,7	2,8
Valéraldéhyde	0,6	0,7	1,0	0,7

4.4. BENZENE

Les résultats obtenus pour le benzène sont présentés sous le graphique ci-dessous :

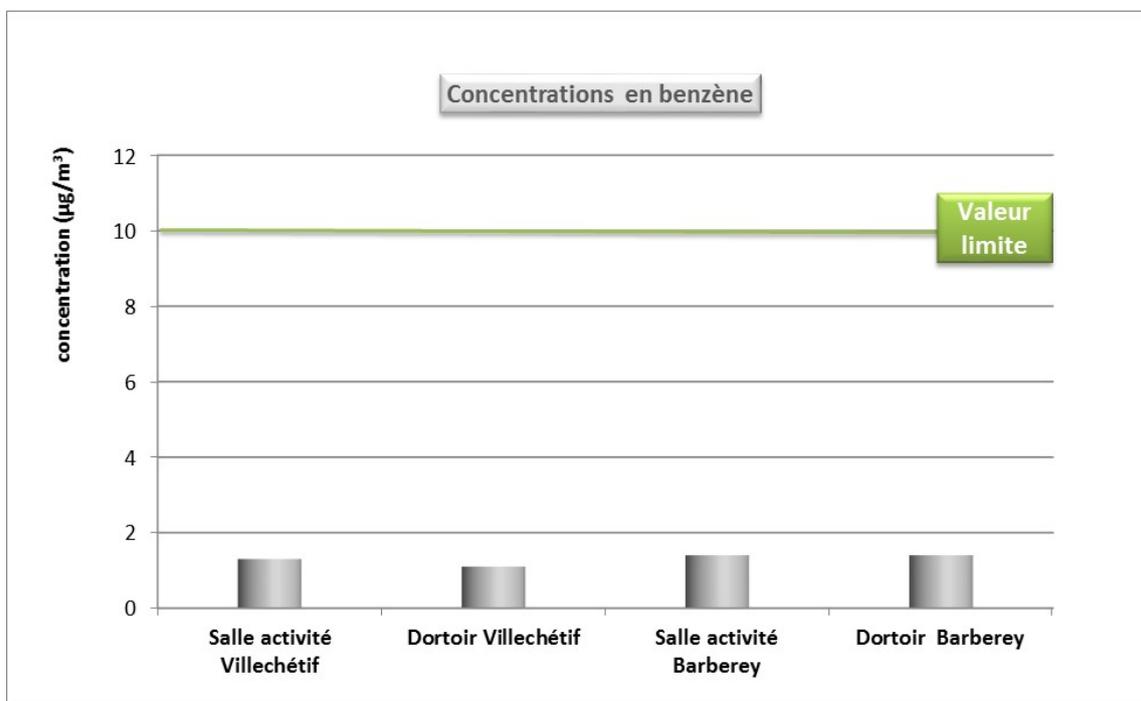


Figure 15 : Concentrations pour le benzène

Pour le benzène, les valeurs mesurées sont faibles et présentent des niveaux largement inférieurs à la valeur limite de 10 µg/m³. A titre indicatif, lors de la campagne nationale écoles et crèches de 2011, 35,7 % des pièces ont présenté une concentration comprise entre 0 et 2 µg/m³. Les concentrations mesurées à l'extérieur sont également modérées puisqu'elles s'élèvent à 1,2 µg/m³ à proximité de la crèche de Villechétif et à 1,6 µg/m³ pour celle de Barberey-St-Sulpice.

4.5. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS

- Mesures par tube passif

Tableau 10 : Résultats obtenus pour les composés organiques volatils majoritaires

Composés	Villechétif		Barbèrey-St-Sulpice	
	Salle activité	Dortoir	Salle activité	Dortoir
2-méthylpentane	0,4	0,3	0,7	0,6
3-méthylpentane	0,2	0,1	0,2	0,2
n-hexane	0,3	0,3	0,4	0,4
benzène	1,3	1,1	1,4	1,4
cyclohexane	0,2	0,2	0,2	0,2
n-heptane et isomères	1,7	1,5	3,8	3,4
toluène	1,4	1,3	2,1	1,8
isooctane	0,3	0,3	0,4	0,4
n-octane et autres isomères	0,7	0,7	2,8	2,3
ethylbenzène	0,3	0,3	0,4	0,4
mp-xylène	0,8	0,9	1,3	1,1
styrène	0,3	0,2	0,7	0,7
o-xylène	0,3	0,3	0,5	0,4
n-decane et isomères	1,1	1,0	2,5	1,8
1,2,4-triméthylbenzène et autres hydrocarbures aromatiques C9	0,9	0,7	1,5	1,2
limonène	1,2	0,4	7,0	1,7
n-undécane et isomères	1,3	0,7	5,9	3,4
p-cymène et autres hydrocarbures aromatiques C10	3,1	1,2	10,0	3,0
naphtalène	0,1	0,1	0,2	0,2
n-dodécane et isomères	6,6	9,1	9,4	7,2
n-butanol	0,1	0,2	1,4	1,1
éthyle acétate	0,8	0,5	2,2	2,0
méthylcyclohexane	0,4	0,3	0,8	0,9
2-méthylpentane	0,4	0,3	0,7	0,6
3-méthylpentane	0,2	0,1	0,2	0,2

42 composés organiques volatils ont été mesurés par le biais des tubes passifs. Parmi eux 11 composés présentent des valeurs inférieures à la limite de quantification (2-méthoxyéthanol, 1,1,1-trichloroéthane, isopropyl acétate, trichloroéthylène, 2-éthoxyéthanol, diméthyl disulfure, 2-méthoxyéthyl acétate, 2-éthoxyéthyl acétate, 2-butoxyéthanol, alpha-pinène, 1,4-dichlorobenzène). 6 autres composés n'ont également pas pu être quantifiés dans la crèche de Villechétif et sont présents à des concentrations très faibles dans celle de Villechétif. Il s'agit de l'éthyl-tert-butyléther, du 1-méthoxy-2-propanol, du

tétrachloroéthylène, du n-butylacétate, du n-nonane et isomères et du 2-éthyl-1-hexanol. Les résultats obtenus pour les autres composés sont indiqués dans le tableau ci-dessus.

Les concentrations mesurées pour les composés organiques volatils sont faibles pour l'ensemble des composés mesurés. Parmi les valeurs les plus élevées on retrouve le n-dodécane et ses isomères qui appartiennent à la famille des alcanes et que l'on retrouve fréquemment dans les espaces intérieurs et du p-cymène (et autres hydrocarbures aromatiques C10) en particulier dans la salle d'activité de Barberey-St-Sulpice. Il s'agit d'un terpène émis par le bois, les huiles essentielles et les peintures naturelles. Sa présence dans la pièce est probablement liée aux activités manuelles de peinture effectuées dans la pièce ainsi qu'aux activités de nettoyage.

- **Mesures en continu :**

Une balise a permis de mesurer en continu les COV totaux dans les deux pièces d'activité :

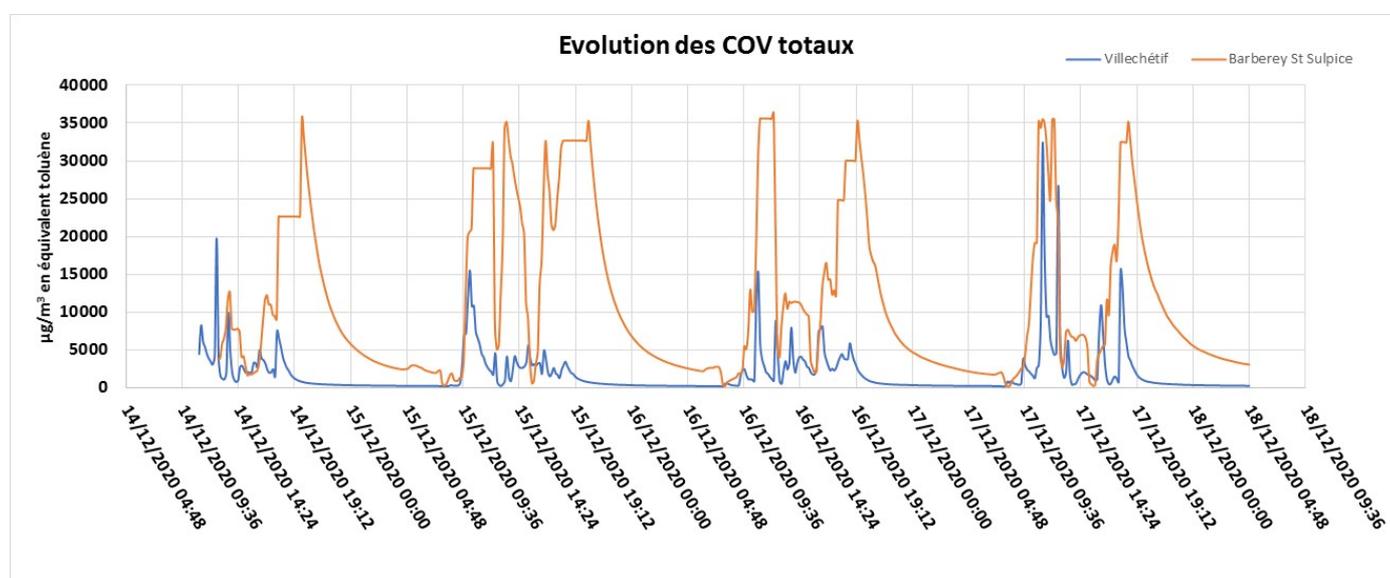


Figure 16 : Evolution des COV totaux dans les micro-crèches

Les niveaux en COV totaux sont nettement plus élevés dans la crèche de Barberey-St-Sulpice que dans celle de Villechétif. A titre d'indication, le fournisseur de la balise a déterminé un seuil journalier de 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalent toluène pour les COV totaux à partir duquel des gênes peuvent être ressenties. Ce seuil est majoritairement dépassé à Barberey-St-Sulpice et peut expliquer les odeurs ressenties dans le bâtiment.

Dans les deux micro-crèches, une augmentation des niveaux en COV totaux est observée peu après l'heure du repas en lien avec l'utilisation des produits d'entretien dans la pièce. Les niveaux atteints peuvent parfois être très élevés à Barberey. Une décroissance rapide est ensuite observée en lien avec l'ouverture des fenêtres. Pour Villechétif, quelques pics plus faibles sont ensuite observés dans l'après-midi en raison des activités manuelles et du nettoyage. Pour Barberey-St-Sulpice, une augmentation des concentrations est observée à partir de 16h30 suite aux activités de nettoyage. L'ouverture des fenêtres n'étant pas systématique à ces horaires, une augmentation progressive est mesurée pour certaines journées jusqu'en soirée où une brusque diminution intervient de façon quotidienne (sans facteurs explicatifs à ce jour). Au vu de ces éléments, il est conseillé d'étudier les pratiques d'entretien dans la crèche (produits, quantités, fréquence) et de réaliser une aération systématique le soir après leur réalisation.

4.6. LE DIOXYDE D'AZOTE

Les concentrations mesurées pour le dioxyde d'azote sont présentées ci-dessous :

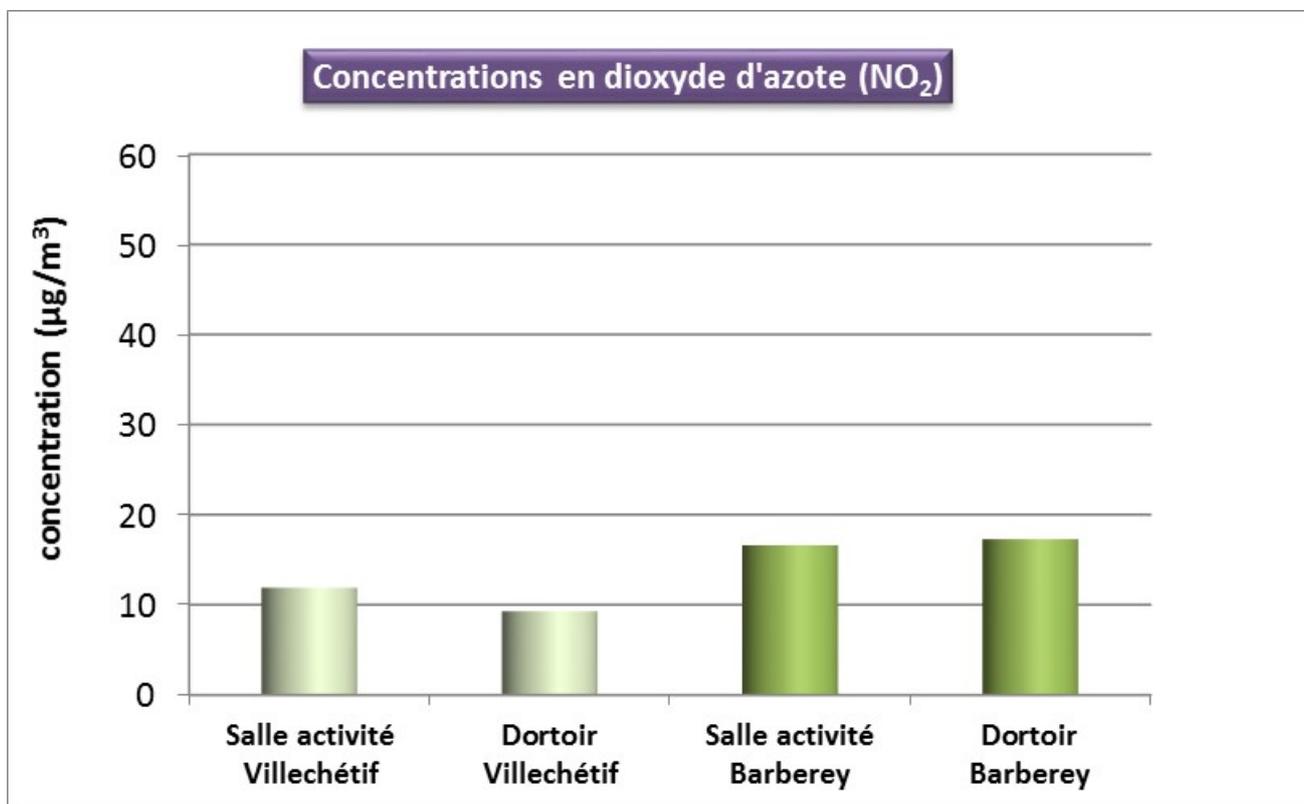


Figure 17 : Concentrations en dioxyde d'azote

Les concentrations mesurées pour le dioxyde d'azote sont modérées et à titre indicatif inférieures à la valeur guide de 20 µg/m³ en moyenne annuelle. La concentration extérieure pour la micro-crèche de Villechétif n'a pas pu être déterminée en raison d'un problème technique. Pour Barberey-St-Sulpice, elle s'élève à 19,6 µg/m³ indiquant que l'air extérieur constitue la principale source de dioxyde d'azote à l'intérieur de l'établissement.

4.7. LES MOISSURES

Les résultats obtenus pour les moisissures pour la micro-crèche de Villechétif sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 : Résultats obtenus pour les moisissures

Point de mesure	Villechétif	Barbèrey-St-Sulpice
	Dénombrement en UFC/m ³	
Extérieur	92	12
Salle d'activité/repas	88	20
Dortoir	76	32
Sanitaire/change	40	32
Dortoir nourrisson	-	32
Grande salle d'activité	-	32

Les niveaux de contamination observés sont inférieurs à 170 UFC/m³ et considérés comme faibles. Les espèces déterminées sont précisées en annexe 3. Les moisissures identifiées appartiennent à la flore aéroportée classique.

Pour la micro-crèche de Barbèrey-St-Sulpice, les mesures de moisissures dans l'air ne mettent pas en évidence de problématique spécifique malgré la présence de colonies en surface. Les mesures d'humidité dans l'air ont également fait état de niveaux relativement faibles. A noter, qu'il s'agit de prélèvements instantanés représentatifs de la période considérée.

La présence de colonies en surface à différents endroits de la crèche témoigne cependant d'un problème d'humidité qu'il est nécessaire de traiter. Il est également recommandé de les nettoyer en appliquant le protocole suivant proposé par les conseillers en environnement intérieurs de la région Grand Est :

- Utiliser des protections (gants, lunettes, vêtements jetables et masque FFP1).
- Nettoyer avec un détergent simple
- Nettoyer à l'eau de javel diluée au 1/10ème avec de l'eau froide (1 dose + 9 doses d'eau froide)
- Bien sécher le mur, chauffer aérer la pièce
- Ne pas réutiliser la pièce de suite, jeter les cartons, nettoyer le mobilier, laver les vêtements ou les objets textiles.

CONCLUSION

L'évaluation de la qualité de l'air intérieur au sein de deux micro-crèches de l'agglomération Troyes Champagne Métropole a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Des paramètres de confort conformes aux préconisations avec toutefois des températures parfois assez faibles au sein du dortoir de Barberey-St-Sulpice.
- Un renouvellement d'air satisfaisant dans les salles d'activité mais insuffisant dans les dortoirs pour lesquels un indice de confinement de 4 (très élevé) a été déterminé.
- Des concentrations faibles pour le formaldéhyde et le benzène, polluants réglementés en air intérieur en raison de leur toxicité, et inférieures à la valeur limite. Elles sont conformes à ce qui habituellement mesuré dans les espaces intérieurs.
- Des valeurs faibles à modérées pour le dioxyde d'azote.
- Des valeurs faibles pour les 42 composés organiques mesurés en complément. La mesure des COV totaux en continu fait toutefois apparaître des pics élevés dans la salle d'activité/repas de Barberey en lien avec la réalisation des activités d'entretien.
- Les mesures de moisissures dans l'air indiquent des niveaux de contaminations faibles malgré la présence de moisissures visibles sur certaines surfaces dans la micro-crèche de Barberey-St-Sulpice.

Au vu des résultats observés, il est conseillé d'étudier les différentes possibilités d'amélioration du renouvellement d'air dans les dortoirs. En ce qui concerne celui de Villechétif qui ne dispose pas de fenêtre, la mise en place d'un système de ventilation mécanique spécifique est à envisager. Il est également recommandé de maintenir une aération importante des pièces pendant et après la réalisation des activités d'entretien de soirée et de revoir le protocole d'entretien des surfaces (type et quantité des produits utilisés en particulier) afin de limiter les émissions en composés organiques volatils générées lors de ces activités. Pour la micro-crèche de Barberey, il est nécessaire de réaliser une aération importante de façon systématique en fin d'après-midi. En ce qui concerne les moisissures, un nettoyage profond est à effectuer ainsi que l'identification de la source d'humidité à l'origine de leur formation.

ANNEXE 1

SOURCES D'EMISSION DES POLLUANTS

Les aldéhydes

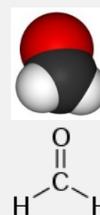
Les aldéhydes sont des composés organiques comportant une double liaison entre un atome de carbone et un atome d'oxygène, l'atome de carbone étant lié exclusivement à des atomes d'hydrogène ou de carbone.

- **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.

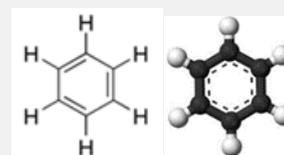
- **acétaldéhyde** : photochimie, fumées de tabac, encens, bougies, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules ;
- **benzaldéhyde** : peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité ;
- **isovaléraldéhyde** : parquet traité, panneaux de particules ;
- **propionaldéhyde** : 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** : livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules.
- **hexaldéhyde** : panneaux de particules, livres et magazines neufs, produits de traitement du bois, panneaux de bois brut, 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 :

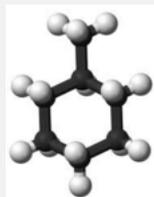
- **Styrène** : matières plastiques, matériaux isolants.
- **1,2,4-triméthylbenzène et isomères** : intermédiaire de synthèse. Constituant de solvants pétroliers (white-spirit ordinaire, solvant naphta, solvants aromatiques, etc. ...) utilisés pour la formulation de diluants, peintures, vernis, encres,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

- **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.

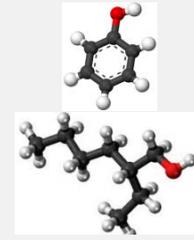
$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & H & H & H & H & H & H & H & H & H & H & H \\
 & | & | & | & | & | & | & | & | & | & | & | \\
 H & -C & -H \\
 & | & | & | & | & | & | & | & | & | & | & \\
 & H & H & H & H & H & H & H & H & H & H &
 \end{array}$$
- **n-undécane** : white-spirit, colles pour sol, cires, 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, films 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** : désodorisants, parfums d'intérieur, produits d'entretien

ANNEXE 2

NATURE DU CONFINEMENT ET INFORMATION ASSOCIEES

D'APRES L'INDICE ICONE¹⁸.

ICONE	nature du confinement	INFORMATIONS
0	Confinement nul	néant
1	Confinement faible	
2	Confinement moyen	
3	Confinement élevé	
4	Confinement très élevé	<p>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage : 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>Message de sensibilisation destiné au maître d'ouvrage : 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>Actions à mener par le maître d'ouvrage ou l'exploitant de l'établissement : Nécessité de mener toute expertise nécessaire pour identifier les causes du confinement extrême dans l'établissement.</p> <p>Actions à mener par l'organisme en charge de la réalisation des mesures sur site : 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.</p>

18 CSTB (2012) - Guide d'application pour la surveillance du confinement de l'air dans les établissements d'enseignement, d'accueil de la petite enfance et d'accueil de loisirs.

ANNEXE 3

IDENTIFICATION DES MOISSURES

Point de mesure	Villechétif	Barbèrey-St-Sulpice
Extérieur	Geotrichum sp. Aspergillus versicolor Aspergillus glaucus Chaetomium sp. Champignons non fructifiants	Mucor sp
Salle d'activité/repas	Geotrichum sp. Champignons non fructifiants	Penicillium sp. Aspergillus versicolor Scedosporium
Dortoir grands	Geotrichum sp. Aspergillus nidulans Eurotium Champignons non fructifiants	Geotrichum sp. Aspergillus falvus Aspergillus versicolor Fusarium sp.
Sanitaire/change	Geotrichum sp. Aspergillus fumigatus Scopulariopsis sp Champignons non fructifiants	Geotrichum sp. Penicillium
Grande salle d'activité	–	Geotrichum sp. Aspergillus fumigatus Aspergillus falvus Aspergillus versicolor Champignons non fructifiants
Dortoir bébés	–	Geotrichum sp. Aspergillus fumigatus Aspergillus glaucus Penicillium



Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim
Tél : 03 69 24 73 73 - contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air