

Qualité de l'air
PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



Qualité de l'air intérieur

Ecoles Beauregard et Anselme Gras - Gap

17 mai 2016

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

SOMMAIRE

1	Cadre et objectifs de l'étude	3
2	Description des sites	3
3	Campagne de mesure	4
3.1	Paramètres pris en compte	4
3.2	Modalités de mesure	4
3.2.1	Aldéhydes : prélèvement passif en condition d'occupation	4
3.2.2	COV et CO ₂ , température et humidité relative : Suivi au cours du temps par microcapteurs	5
3.2.3	Questionnaire utilisation des pièces	5
3.2.4	Recherche de sources en formaldéhyde	5
3.3	Stratégie d'échantillonnage	6
3.3.1	Ecole Beaugard	6
3.3.2	Ecole Anselme Gras	11
4	Résultats de mesure	12
4.1	Stratégie de comparaison	12
4.1.1	Valeurs références	12
4.2	Résultats	14
4.2.1	Conditions hygrothermiques	14
4.2.2	Confinement	14
4.2.3	Aldéhydes	15
4.2.4	Suivi des concentrations en COV légers et COV totaux	16
4.2.5	Recherche de sources en formaldéhyde	18
5	Conclusion	21

1 Cadre et objectifs de l'étude

L'ensemble des écoles maternelles de la ville de Gap a fait l'objet de la surveillance réglementaire de la qualité de l'air intérieur par organisme accrédité en 2014. Cette surveillance consiste à mesurer les concentrations en formaldéhyde, benzène et dioxyde de carbone (pour calculer un indice de confinement).

Les écoles maternelles de Beauregard et Anselme Gras ont présenté de concentrations en formaldéhyde supérieures à la valeur d'information et de recommandation du Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mais inférieures à la valeur limite réglementaire de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'objectif de l'étude est de réaliser une expertise bâtiment de ces deux écoles. Celle-ci consiste à réaliser une campagne de mesure associée à une expertise bâtiment basée sur une visite de l'établissement, des mesures ponctuelles et le renseignement d'un questionnaire développé par le Réseau EQAIR.

La campagne de mesure comporte deux étapes :

- la confirmation des concentrations intérieures en formaldéhyde et les suivis des concentrations en COV légers et CO_2 en conditions d'occupation ;
- la recherche de sources en formaldéhyde.

Cette expertise s'inscrit dans le cadre du projet « observatoire régional de la qualité de l'air intérieur » financé par la Région PACA, l'Agence Régionale de Santé (ARS PACA) et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL PACA).

2 Description des sites

Les deux écoles investiguées sont situées dans des bâtiments anciens sans rénovation récente et sans système de ventilation.

L'école maternelle Beauregard est située dans un bâtiment de pleins pieds en « nid d'abeilles » dont l'entrée est orientée au nord.



Figure 1 : Ecole Beauregard

L'école maternelle Anselme Gras est située dans un bâtiment tout en longueur partagé avec l'école primaire du même nom. La zone réservée à la maternelle est la moitié nord-est du bâtiment.



Figure 2 : Ecole Anselme Gras

3 Campagne de mesure

3.1 Paramètres pris en compte

Les études sur la qualité de l'air intérieur menées dans différents lieux de vie (habitats, écoles, bureaux...) mettent en évidence une pollution spécifique. L'une d'entre-elles concerne le formaldéhyde.

Le protocole de mesure appliqué dans ces deux écoles est basé sur les paramètres pouvant avoir une influence sur les concentrations intérieures en formaldéhyde.

Avant toute investigation il est nécessaire de confirmer les concentrations intérieures en formaldéhyde en condition d'occupation. Afin visualiser plus précisément l'impact des activités des occupants, il est réalisé un suivi des concentrations CO₂, COV légers et totaux au cours du temps, associé à des questionnaires sur les activités et habitudes d'ouverture des occupants des salles concernées.

Par la suite, afin d'identifier les principales causes des concentrations intérieures en formaldéhyde, une recherche de sources sur les matériaux est réalisée.

La campagne de mesure en conditions d'occupation a été réalisée du 15 au 19 juin 2015. Les recherches de sources en formaldéhyde ont été réalisées du 29 au 30 juillet 2015.

3.2 Modalités de mesure

3.2.1 Aldéhydes : prélèvement passif en condition d'occupation

Le prélèvement et l'analyse des aldéhydes ont été réalisés selon la norme ISO 16000-4 avril 2006 (Air intérieur, Partie 4 : Dosage du formaldéhyde – Méthode par échantillonnage diffusif).

Les prélèvements sont réalisés durant 4,5 jours à l'aide d'un tube à diffusion passive Radiello 165 et ses accessoires :

- Corps diffusif bleu code 120-1
- Plaque de support code 121
- Cartouche chimiabsorbante code 165



3.2.2 COV et CO₂, température et humidité relative : Suivi au cours du temps par microcapteurs

Le CO₂, les COV légers (équivalent formaldéhyde) et COV Totaux (équivalent toluène) sont mesurés à l'aide d'une balise Fireflies (AZIMUT Monitoring) équipée de microcapteurs à détection électrochimique¹.

La balise est positionnée sur son support Plexiglass et branchée au secteur, elle communique les résultats de mesure par réseau GPRS sur un serveur consultable à distance. Période de mesure : 4,5 jours.



Figure 4 : Balise Fireflies (COVL, COVT, température, humidité relative, CO₂, Bruit)

3.2.3 Questionnaire utilisation des pièces

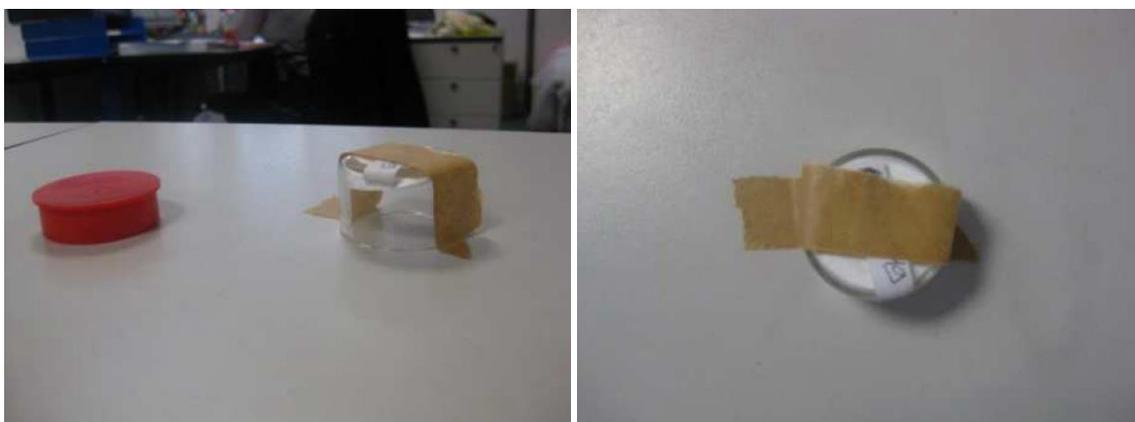
Le questionnaire laissé aux enseignants des pièces échantillonnées détaille tout d'abord le nombre d'enfants et d'adultes présents au cours des journées pendant les périodes de mesure. Cela est nécessaire pour le calcul de l'indice de confinement qui ne prend en compte que les mesures de CO₂ en présence des occupants. En complément, il est demandé aux enseignants de renseigner les périodes auxquelles sont mises en place des activités pédagogiques potentiellement polluantes (colles, peintures, encres, feutres...) ainsi que le nombre de fenêtres ou portes ouvertes sur l'extérieur ou l'intérieur.

Un questionnaire a été distribué aux agents d'entretien de chaque école afin de tracer les périodes auxquelles ont lieu le ménage et d'identifier les différents types de produits utilisés.

Toutes ces informations permettent une meilleure interprétation des résultats et indiquent les habitudes d'aération des occupants et d'entretien des pièces échantillonnées.

3.2.4 Recherche de sources en formaldéhyde

La recherche de source en formaldéhyde est réalisée à l'aide de dispositifs de prélèvement passifs spécifiques pour l'analyse du formaldéhyde dégazé à la surface des matériaux. Ce dernier est composé d'une boîte de Pétri contenant un filtre imprégné de DNPH. Après analyse en laboratoire, il en résulte un taux d'émission surfacique du matériau échantillonné en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$.



¹ NOTE DU LCSQA – Air intérieur : Métrologie du formaldéhyde ; Réf : DRC-11-118241-13918A

Figure 5 : Préleveur passif d'émission de formaldéhyde à la surface des matériaux

Les matériaux échantillonnés sont regroupés en matériaux homogènes et la surface totale de leurs éléments est calculée. Par exemple, tous les meubles de même finition sont regroupés et la surface cumulée de l'ensemble des panneaux qui les constituent est calculée. Le taux d'émission surfacique est ramené à la surface totale que le matériau représente pour obtenir l'émission totale du matériau en $\mu\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$.

3.3 Stratégie d'échantillonnage

Les trois pièces retenues pour les campagnes de mesure et de recherche de sources en formaldéhyde sont celles qui ont présenté des concentrations en formaldéhyde supérieures à la valeur d'information et recommandation du Haut Conseil en Santé Publique (HCSP).

Ces trois salles sont réparties sur deux établissements :

- SDC1 et SDC2 : Ecole Beauregard
- SDC3 : Ecole Anselme Gras

3.3.1 Ecole Beauregard

Les deux salles de classe échantillonnées du bâtiment en « nid d'abeilles » de l'école Beauregard possèdent un accès direct sur la salle du vestiaire en position centrale du bâtiment.

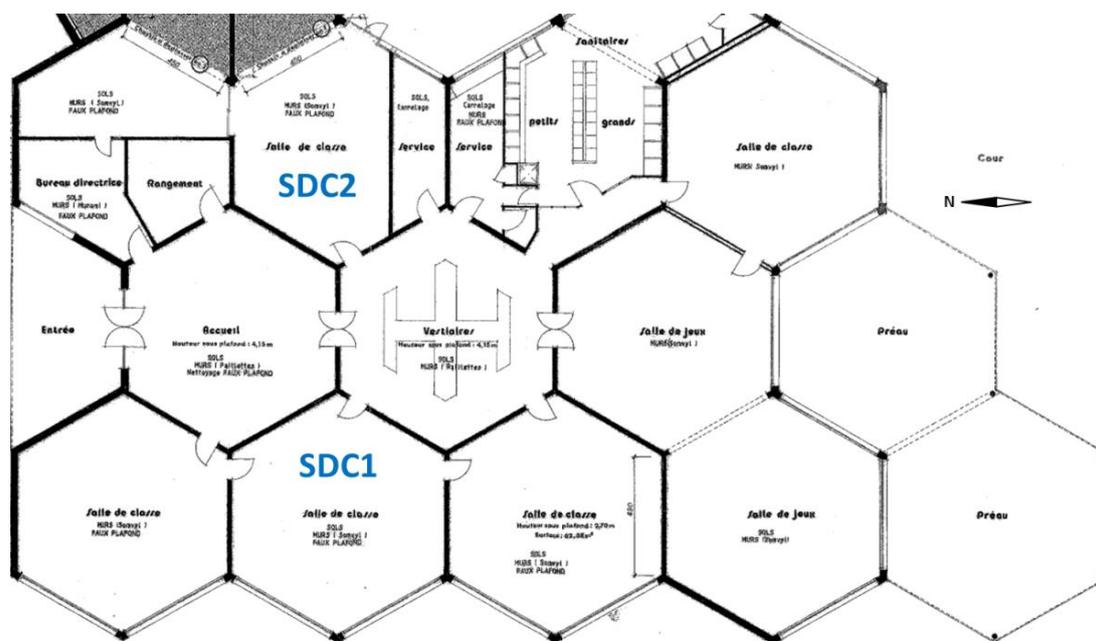


Figure 6 : Plan du bâtiment de l'école Beauregard

Salle de classe SDC1

La pièce nommée SDC1 est une salle de classe en forme d'hexagone régulier, orientée Ouest et dont l'accès se fait par la salle de vestiaire. Ses fenêtres sont orientées nord-ouest et sud-ouest. Elle possède un revêtement de sol souple, du papier peint aux murs, des dalles de faux plafond et un grand nombre de meubles et étagères divers et variés (14 meubles de rangement et 7 étagères) dont la plupart sont en bois reconstitué. En complément, une multitude de fournitures potentiellement polluantes (colles et peintures) sont présentes au sein de la classe sur des étagères.



Figure 7 : Salle de classe SDC2 – Ecole Beauregard

Pour la recherche de sources en formaldéhyde, les matériaux échantillonnés sont :

- Le revêtement de sol souple (matériau M1A)
- Le papier peint mural (M2A)
- Les dalles de faux plafond (M3A)
- Les tables de classe (M4A)
- Les « meubles étagères 1 » (M5A) : Meubles de fabrication artisanale avec des panneaux de type similaire.
- Les « meubles étagères 2 » (M6A) : Autres meubles de fabrication artisanale avec des panneaux de type similaire.
- Etagères murales (M7A)



Figure 8 : De gauche à droite : sol souple à gauche (M1B), papier peint mural à droite (M2B)



Figure 9 : Dalles faux-plafond à gauche (M3A), Tables de classe à droite (M4A)



Figure 10 : « Meuble étagère 1 » (M5B)



Figure 11 : « Meuble étagère 2 » (M6A)



Figure 12 : Etagères murales (M7A)

Salle de classe SDC2

La pièce nommée SDC2 est la salle hexagonale, orientée Est, dont l'accès se fait également par la salle de vestiaire. Ses fenêtres sont orientées nord-est et sud-est. Elle possède le même revêtement de sol souple, un papier peint de finition différente, les mêmes dalles de faux plafond et également grand nombre de meubles et étagères divers et variés (22 meubles de rangement et 4 étagères) dont la plupart sont en bois reconstitué. Une multitude de fournitures potentiellement polluantes (colles et peintures) sont également présentes au sein de la classe sur des étagères.



Figure 13 : Salle de classe SDC2 – Ecole Beauregard

Pour la recherche de sources en formaldéhyde, les matériaux échantillonnés sont :

- Le revêtement de sol souple (matériau M1B). *Rq : Même revêtement de sol que dans la salle SDC1 (M1A)*
- Le papier peint mural (M2B).
- Les dalles de faux plafond (M3B). *Rq : Mêmes dalles de faux plafond que dans la salle SDC1 (M3A)*
- Les tables de classe ovales (M4B).
- Les « meubles étagères 1 » (M5B) : Meubles de fabrication artisanale avec des panneaux de type similaire. *Rq : Même type de meuble que dans la salle SDC1 (M5A)*
- Les « meubles étagères 2 » (M6B) : Autres meubles de fabrication artisanale avec des panneaux de type similaire. *Rq : Même type de meuble que dans la salle SDC1 (M6A)*
- Etagères murales (M7B). *Rq : Même type d'étagère que dans la salle SDC1 (M7A)*



Figure 14 : De gauche à droite : sol souple (M1B), papier peint mural (M2B), Dalles faux-plafond (M3B)



Figure 15 : Table ovale échantillonnée à gauche et au milieu, les trois tables ovales similaires à droite (M4B)



Figure 16 : « Meuble étagère 1 » échantillonné à gauche et au milieu, autres meubles du même type à droite (M5B)



Figure 17 : « Meuble étagère 2 » échantillonné à gauche et au milieu, autre meuble du même type à droite (M6B)



Figure 18 : Etagère murale échantillonnée (M7B)

Salle vestiaire à proximité des salles SDC1 et SDC2

Les salles SDC1 et SDC2 sont accessibles depuis une salle vestiaire qui possède le même revêtement de sol souple, les mêmes dalles de faux-plafond et un papier peint similaire. Un grand meuble vestiaire d'une surface totale en contact à l'air de 64 m² y est présent. Il est en mauvais état esthétique, la plupart des panneaux de bois reconstitué qui le constituent perdent leur finition aux extrémités et sur les chants.



Figure 19 : Meuble vestiaire situé dans la pièce qui distribue les salles SDC1 et SDC2

3.3.2 Ecole Anselme Gras

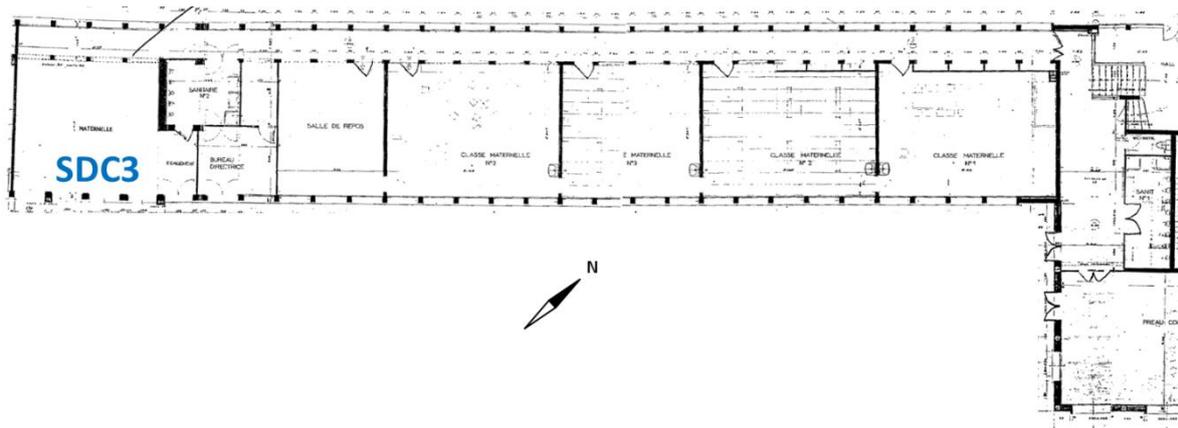


Figure 20 : Plan du bâtiment de l'école Anselme Gras

Salle de classe SDC3

La salle de classe de l'école Anselme Gras, nommée SDC3 est située à l'extrémité sud-ouest de la zone maternelle du bâtiment, au bout du couloir d'accès aux salles. Elle possède d'anciennes fenêtres en hauteur orientées nord-ouest et des fenêtres plus récentes et un accès direct à la cour orientée sud-est. Le revêtement de sol est du carrelage, les murs sont revêtus de papier peint, et le plafond est constitué de dalles de faux-plafond. Un grand nombre de meuble en bois reconstitué sont présents dont la plupart sont du même type (19 meubles de rangement et 7 étagères). Une multitude de fournitures potentiellement polluantes (colles et peintures) sont présentes au sein de la classe dans un meuble étagère.



Figure 21 : Salle de classe SDC3 – Ecole Anselme Gras

Pour la recherche de sources en formaldéhyde, les matériaux échantillonnés sont :

- Le papier peint mural (M1C).
- Les dalles de faux plafond (M2C). *Rq : Différentes de celles de la SDC1 et SDC2*
- Les tables de classe ovales (M3C). *Rq : Différentes de celles de la SDC2*
- Les « meubles étagères 3 » (M4C) : Meubles de finition identique (fabrication industrielle).
- Les « meubles étagères 2 » (M5C) : Meubles de fabrication artisanale avec des panneaux de type similaire. *Rq : Même type de meuble que dans la salle SDC1 (M5A) et SDC2 (M5B)*



Figure 22 : De gauche à droite : papier peint mural (M1C), Dalles faux-plafond (M2C), Table ovale (M3C)



Figure 23 : « Meuble étagère 3 » échantillonné à gauche, autres meubles du même type à droite (M4C)



Figure 24 : « Meuble étagère 2 » échantillonné à gauche et au milieu, autre meuble du même type à droite (M5C)

4 Résultats de mesure

4.1 Stratégie de comparaison

4.1.1 Valeurs références

Il existe différents types de valeurs références applicables pour des expositions chroniques en air intérieur, des valeurs guides réglementaires, des valeurs guides en air intérieur de l'ANSES ou de l'OMS et des valeurs de gestion du Haut Conseil en Santé Publique (HCSP).

Voici le détail des valeurs références utilisées pour les polluants mesurés :

Tableau 1 : Valeurs références en air intérieur pour une exposition long terme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs guide long terme
Formaldéhyde	2015 : valeur limite $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; valeur guide : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (décret 2011-1727) Valeur d'information et recommandation : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HCSP 2009) $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2007)
Acétaldéhyde	$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2014)
Acroléine	$0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ANSES 2013)

Pour le confinement, la norme NF EN 13779 relative à la ventilation des bâtiments non résidentiels et appliquée aux exigences de performance des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air propose une classification de la qualité de l'air intérieur selon la concentration en CO_2 . Quatre classes de qualité de l'air sont définies sur la base des concentrations en CO_2 :

Tableau 2 : Classement des concentrations intérieures en CO_2 selon la norme NF EN 13779

Niveaux de CO_2 (ppm) par rapport à l'air neuf	< 400	400 - 600	600 - 1 000	> 1 000
Qualité de l'air	INT1 : Excellente	INT2 : Moyenne	INT3 : Médiocre	INT4 : Basse

En complément, dans le cadre de la réglementation de surveillance de la qualité de l'air intérieur des établissements recevant du public (ERP), le confinement est évalué par le calcul d'un indice de confinement ICONÉ de 0 à 5 basé sur les concentrations en CO_2 pendant les périodes de présence des occupants. Un indice de confinement de 5 (confinement extrême) correspond à la valeur limite réglementaire dans les ERP.

L'indice de confinement est calculé suivant la formule :

$$ICONÉ = \left(\frac{2,5}{\log_{10}(2)} \right) \log_{10}(1 + f_1 + 3f_2)$$

$$f_1 : \text{proportion de valeurs comprises entre } 1000 \text{ et } 1700 \text{ ppm} \left(f_1 = \frac{n_1}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

$$f_2 : \text{proportion de valeurs supérieures à } 1700 \text{ ppm} \left(f_2 = \frac{n_2}{n_0 + n_1 + n_2} \right)$$

Pour la recherche de sources en formaldéhyde, il existe des taux d'émissions surfaciques correspondant aux classes de l'étiquetage sanitaire des matériaux de construction et décoration. Ces derniers sont différents pour les revêtement de sols/plafonds et les murs :

- Sols et plafonds : La classe A+ correspond à un taux d'émission surfacique de $12,5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Murs : La classe A+ correspond à un taux d'émission surfacique de $5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$.



Figure 25 : Etiquetage sanitaire des matériaux

4.2 Résultats

4.2.1 Conditions hygrothermiques

Les conditions hygrothermiques en période de chauffe et hors chauffe sont les suivantes :

Tableau 3 : Températures et taux d'humidité relative moyens du 15 au 19 juin 2015

	SDC1	SDC2	SDC3
Température moyenne (°C)	21.8	21.1	22.5
Humidité relative moyenne (%)	59.9	59.8	56.9

Alors que les températures moyennes dans les salles de classe des deux établissements ne montrent pas de surchauffe pendant la période de mesure, les taux d'humidité relative moyens sont relativement importants au regard des taux recommandés (40 à 60%). Des taux d'humidité relative importants favorisent l'émission de formaldéhyde par les matériaux intérieurs.

4.2.2 Confinement

L'ensemble des salles échantillonnées présentent des concentrations supérieures à 1 500 ppm, soit 1 100 ppm au-delà des concentrations extérieures. Cela correspond à une qualité de l'air qualifiée de Basse (INT4) selon la norme NF EN 13779. La salle SDC1 présente même des pics de concentration encore supérieurs qui dépassent par moment 2 500 ppm.

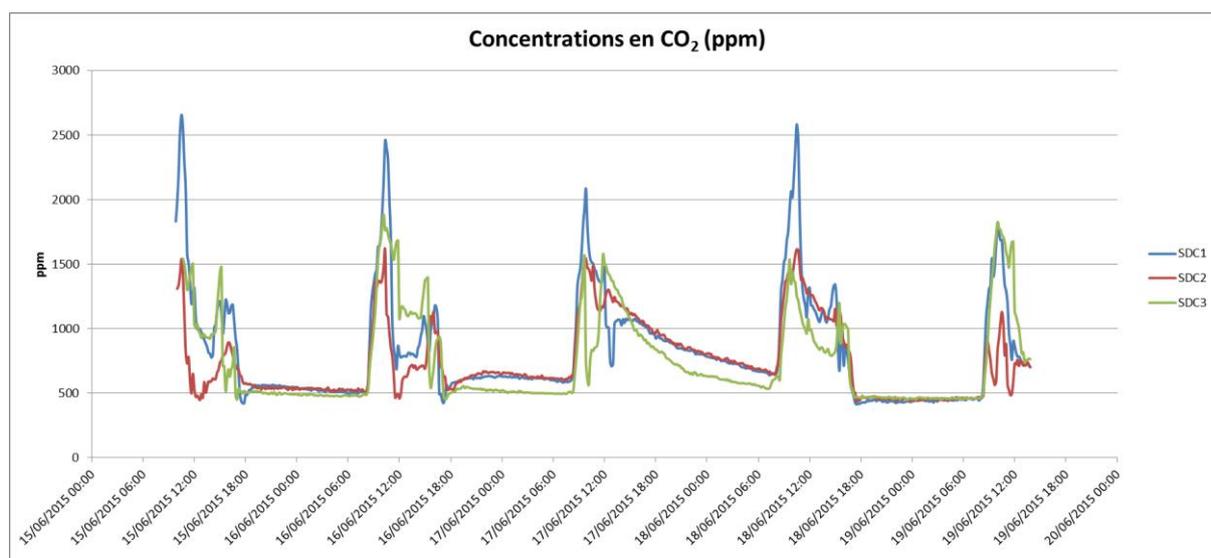


Figure 26 : Suivi des concentrations en CO₂ dans les salles échantillonnées

Les indices de confinement correspondants sur le temps de présence des enfants sont les suivants :

Tableau 4 : Indices de confinement des bureaux échantillonnés

		SDC1	SDC2	SDC3
Indice de confinement ICONE	Surveillance réglementaire	2	2	2
	Campagne Air PACA	3	2	2

L'indice de confinement ICONE de la salle de classe SDC1 est de 3 et celui des salles SDC2 et SDC3 est de 2 sur un maximum de 5. Cela signifie que, sans être fortement confiné, le renouvellement d'air de ces pièces n'est

pas suffisant pour évacuer le trop plein de CO₂ émis par la respiration des occupants et par conséquent pour évacuer efficacement les polluants émis par les sources internes.

Le questionnaire laissé aux enseignants pendant les périodes de mesures montre des habitudes d'ouverture des fenêtres différentes en fonction des salles de classe :

- SDC1 : aucune information obtenue sur l'ouverture des fenêtres.
- SDC2 : déclaration d'ouverture régulière des fenêtres au cours des différentes journées de la semaine (avant l'arrivée des enfants, aux interclasses et après leur sortie).
- SDC3 : déclaration de quelques ouvertures de fenêtres, en général en fin de matinée ou d'après-midi.

4.2.3 Aldéhydes

Les concentrations intérieures en aldéhydes sont les suivantes :

Tableau 5 : Concentrations intérieures en aldéhydes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) du 15 au 19 juin 2015

$(\mu\text{g}/\text{m}^3)$		SDC1	SDC2	SDC3
Formaldéhyde	Surv. Réglementaire*	64.4	70.9	75.4
	Air PACA	67.5	72.4	63.6
Acétaldéhyde		11.2	11.2	11.5
Hexaldéhyde		23.1	20.6	2.3
Propionaldéhyde		3.4	3.7	3.9
Butyraldéhyde		13.5	14.7	11.4
Benzaldéhyde		9.4	10.6	1.9
Isovaléraldéhyde		<0.5	<0.5	<0.5
Valéraldéhyde		3.7	3.9	4.0
Acroléine		0.7	0.8	0.9

*Concentrations de la campagne hors chauffe de la surveillance réglementaire

A l'exception du formaldéhyde, de l'hexaldéhyde et de l'acroléine, l'ensemble des concentrations intérieures en aldéhydes est conforme aux valeurs habituellement rencontrées.

Dans les trois salles de classe échantillonnées les concentrations intérieures en formaldéhyde sont du même ordre que celles de la campagne hors chauffe de la surveillance réglementaire réalisée par organisme accrédité en 2014. Ceci confirme donc les niveaux en formaldéhyde supérieurs à la valeur d'information et recommandation du HCSP de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En parallèle, dans les deux salles de classe de l'école Beauregard (SDC1 et SDC2), les concentrations intérieures en hexaldéhyde sont supérieures à la médiane des concentrations dans les logements français. Les sources potentielles en hexaldéhyde sont les panneaux de particules et de bois bruts, les livres et magazines neufs, les peintures en phase solvant, les produits de traitement du bois...

Enfin, les concentrations en acroléine se rapprochent voire dépassent très légèrement la valeur guide en air intérieur (VGAi) de l'ANSES de $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tout en restant inférieure à la médiane des concentrations dans les logements français.

4.2.4 Suivi des concentrations en COV légers et COV totaux

Les dynamiques des concentrations en COV légers (équivalent formaldéhyde) et COV totaux (équivalent toluène) en période hors chauffe sont les suivantes :

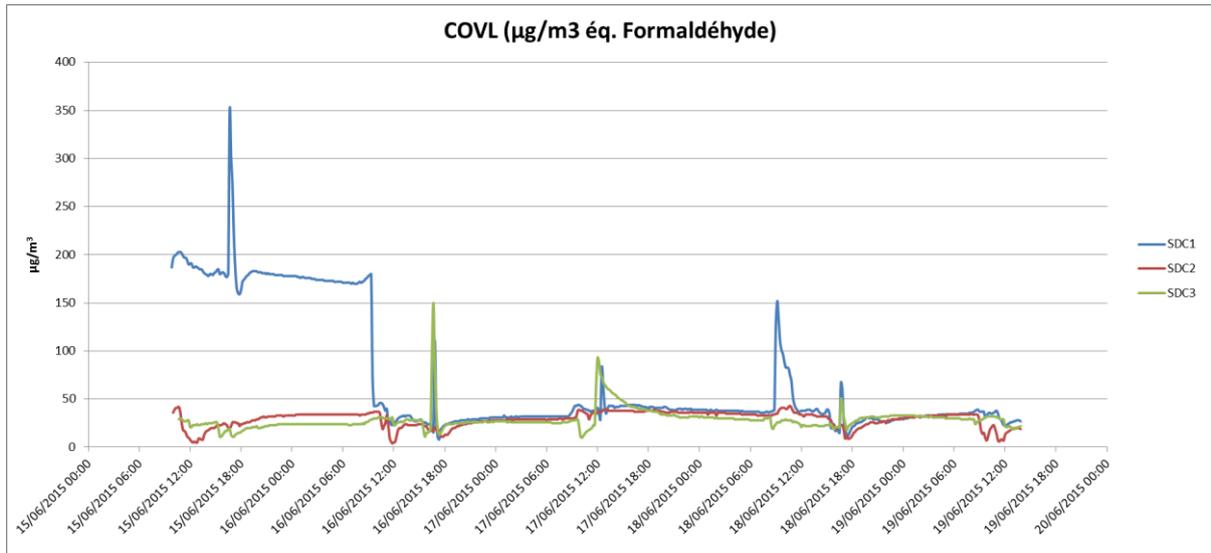


Figure 27 : Suivi des concentrations en COV Légers dans les salles SDC1, SDC4 et SDC5 en période hors chauffe

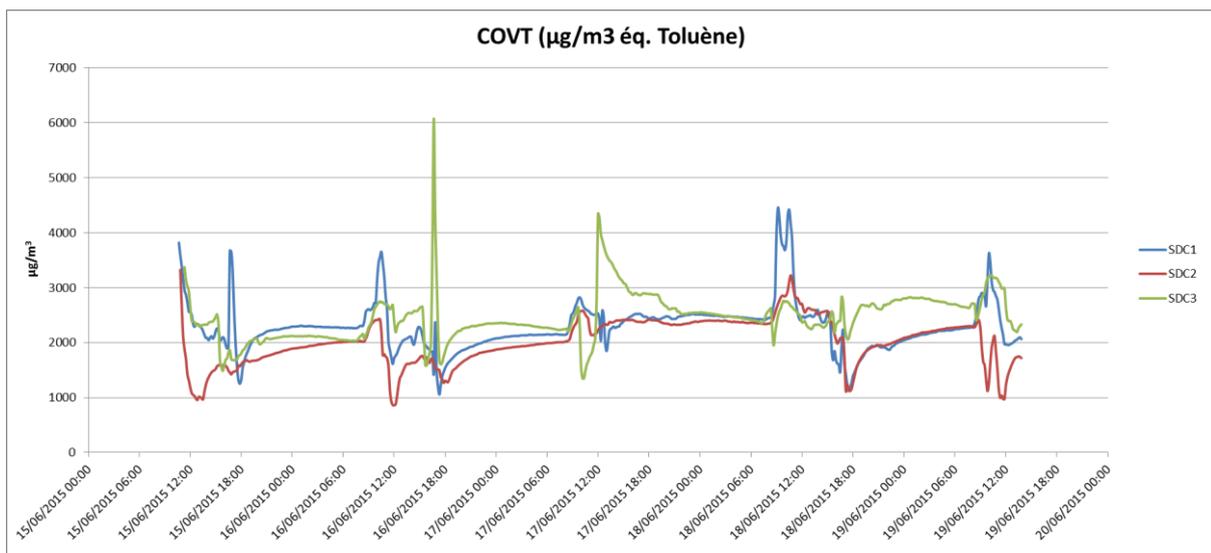


Figure 28 : Suivi des concentrations en COV Totaux dans les salles SDC1, SDC4 et SDC8 en période hors chauffe

Le suivi des concentrations en COV légers (équivalent formaldéhyde) montre des niveaux de fond entre 35 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, associés à des pics ou des baisses ponctuelles de concentration.

Les pics sont d'intensité et de fréquence différents en fonction des pièces. Deux types de pics sont observés, certains en période d'occupation, d'autres en dehors de la présence des enfants. Ils sont visualisables en les comparant aux concentrations en dioxyde de carbone et aux périodes déclarées de présence des enfants.

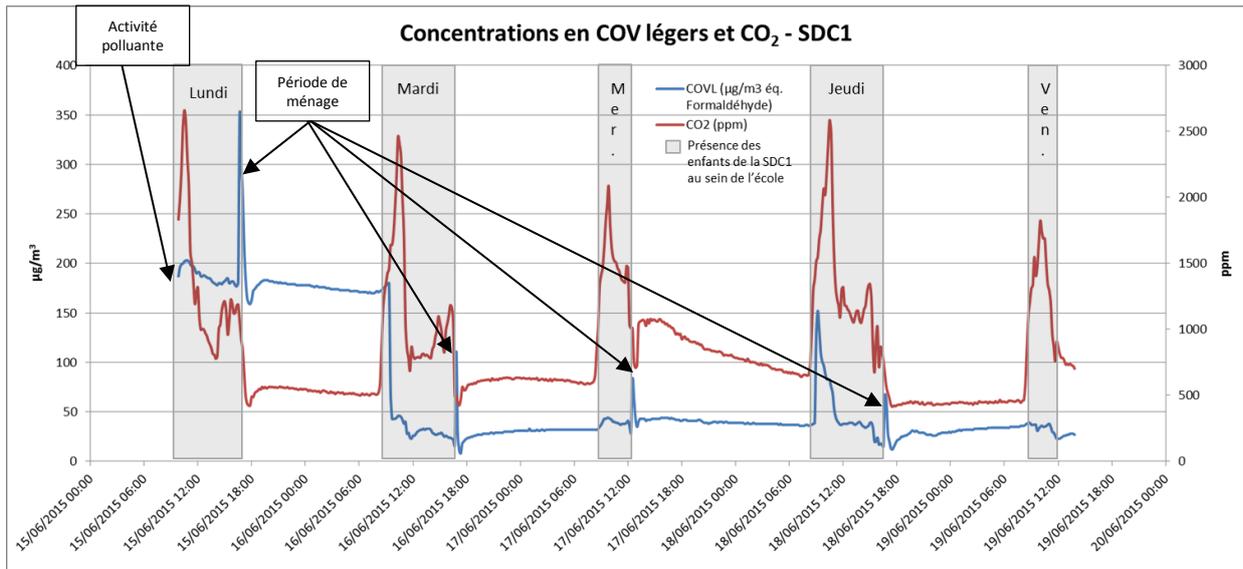


Figure 29 : Concentrations en COV Totaux et CO₂ en fonction du temps de présence des enfants de la SDC1

La salle SDC1 présente des concentrations en COV légers plus importantes en début de semaine jusqu'à mardi matin. Le questionnaire rempli par l'enseignant fait état d'activités pédagogiques potentiellement polluantes (colles, peintures, encres ou feutres...) le lundi 15 juin au matin. A cela s'est ajouté l'impact du ménage effectué juste après la sortie des enfants.

L'hypothèse la plus probable de ces niveaux plus importants en début de semaine est un impact pendant 24 heures de l'activité pédagogique polluante (phase de séchage par exemple), période sans ouverture des fenêtres. L'évacuation des polluants s'est alors réalisée le mardi matin par l'ouverture probable des fenêtres.

Pour les autres jours de la semaine, l'impact du ménage effectué tous les jours en fin d'après-midi est visible sous forme de pic. Enfin, une augmentation des concentrations a été observée le jeudi matin en présence des enfants sans qu'il n'ait été déclaré d'activités pédagogiques potentiellement polluantes.

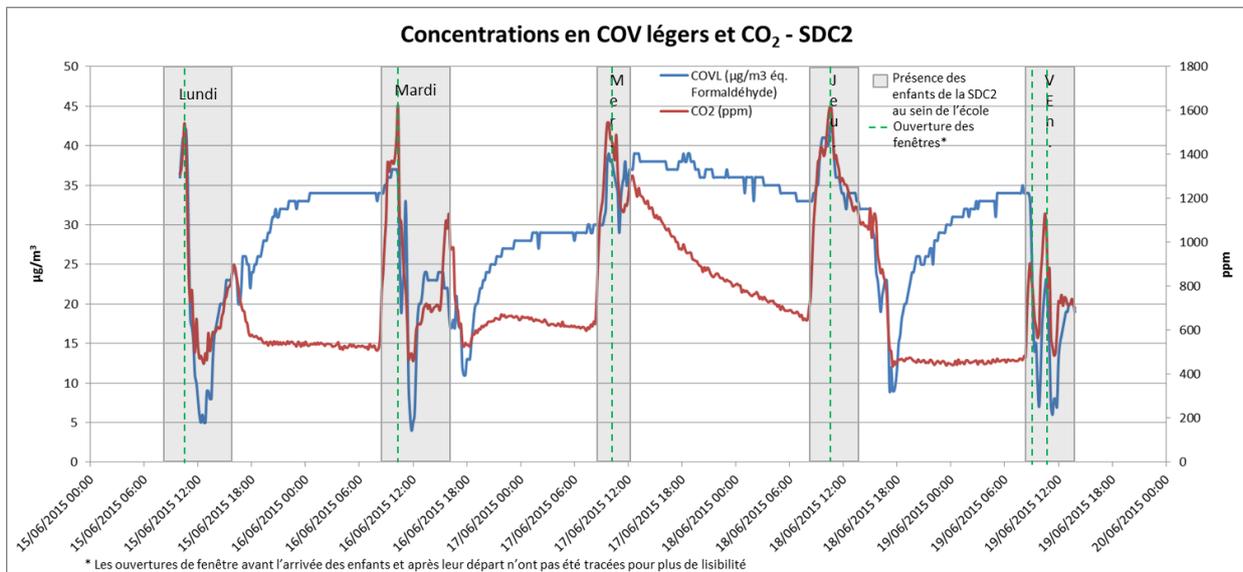


Figure 30 : Concentrations en COV Totaux et CO₂ en fonction du temps de présence des enfants de la SDC2

La salle de classe SDC2 ne présente que de légers pics pendant la période de mesure. La courbe semble essentiellement être influencée par l'ouverture des fenêtres qui occasionne une baisse significative des concentrations en COV légers mais aussi en CO₂.

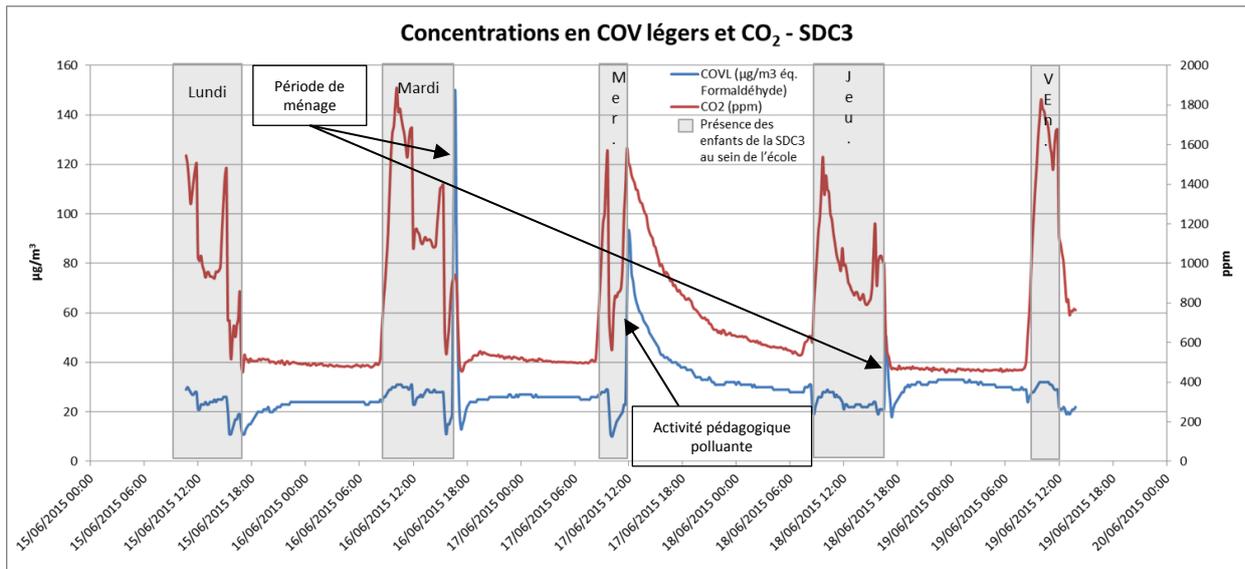


Figure 31 : Concentrations en COV Totaux et CO₂ en fonction du temps de présence des enfants de la SDC3

Pour la salle SDC3, les pics du mardi et jeudi sont liés au ménage effectué à la sortie des élèves. Le pic du mercredi en fin de matinée correspond à une activité pédagogique potentiellement polluante.

4.2.5 Recherche de sources en formaldéhyde

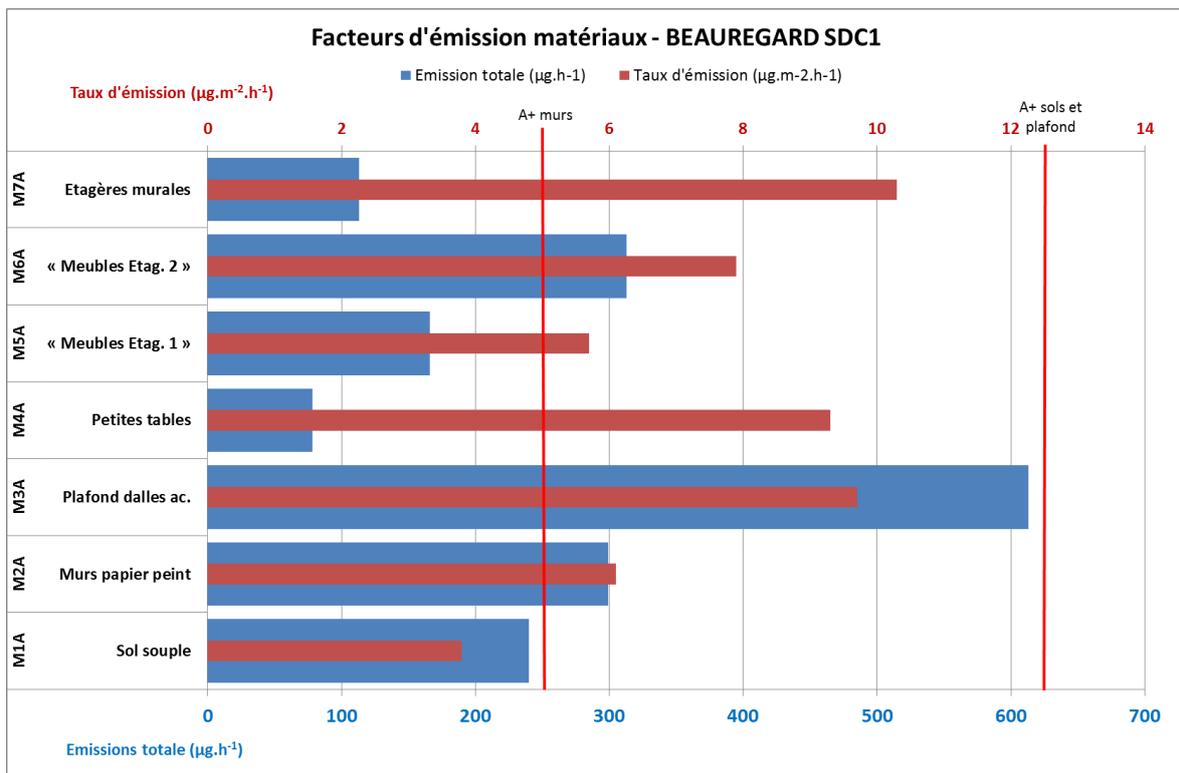


Figure 32 : Facteurs d'émission des matériaux en formaldéhyde – Salle SDC1 (école Beaugard)

Pour la SDC1, malgré des taux d'émission inférieurs à la classe A+ de l'étiquetage sanitaire pour les plafonds, les dalles de faux plafond représentent la principale contribution aux émissions intérieures en raison de la surface importante qu'elles représentent.

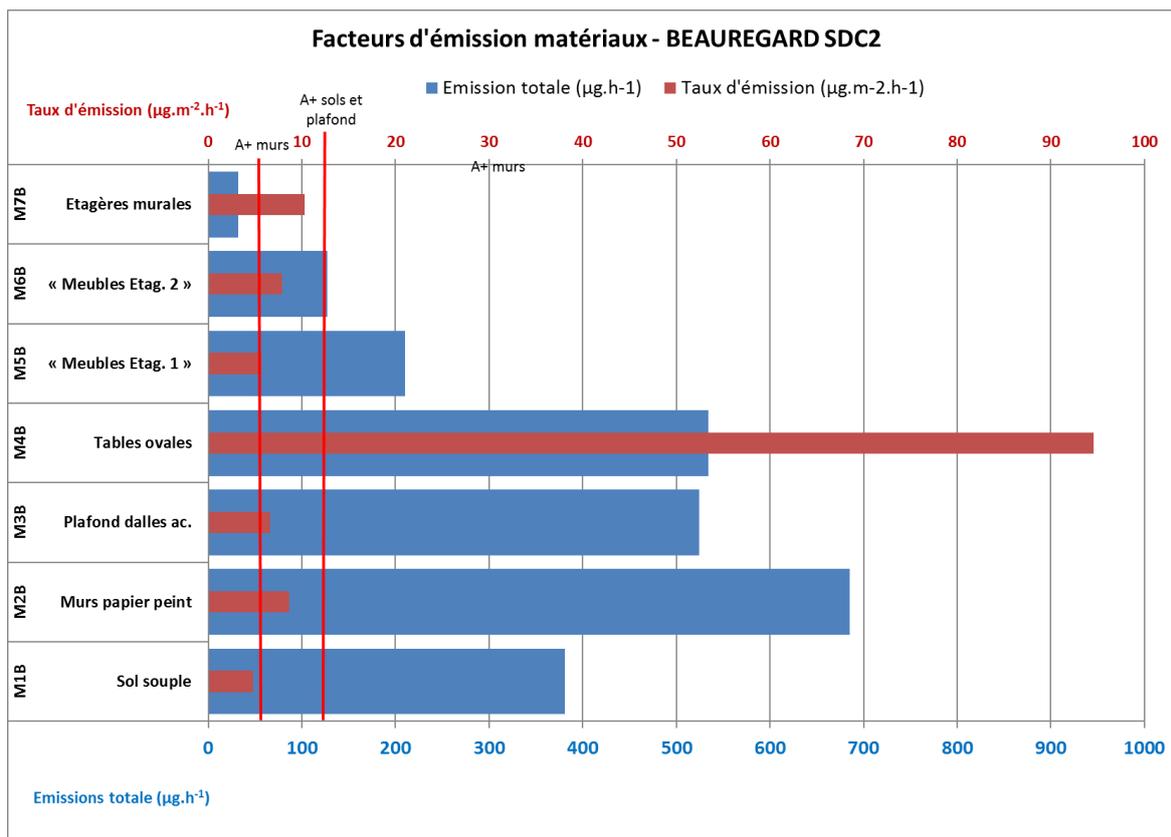


Figure 33 : Facteurs d'émission des matériaux en formaldéhyde – Salle SDC2 (école Beauregard)

Dans la salle SDC2, en complément de la contribution de l'ensemble des meubles de rangement, les mesures effectuées sur les « tables ovales » (M4B) montrent des taux d'émission surfacique en formaldéhyde importants. La surface limitée de ces trois tables font que leur émission totale n'est pas la plus importante mais leur changement par des meubles faiblement émissifs devrait baisser significativement les niveaux en formaldéhyde de cette salle.

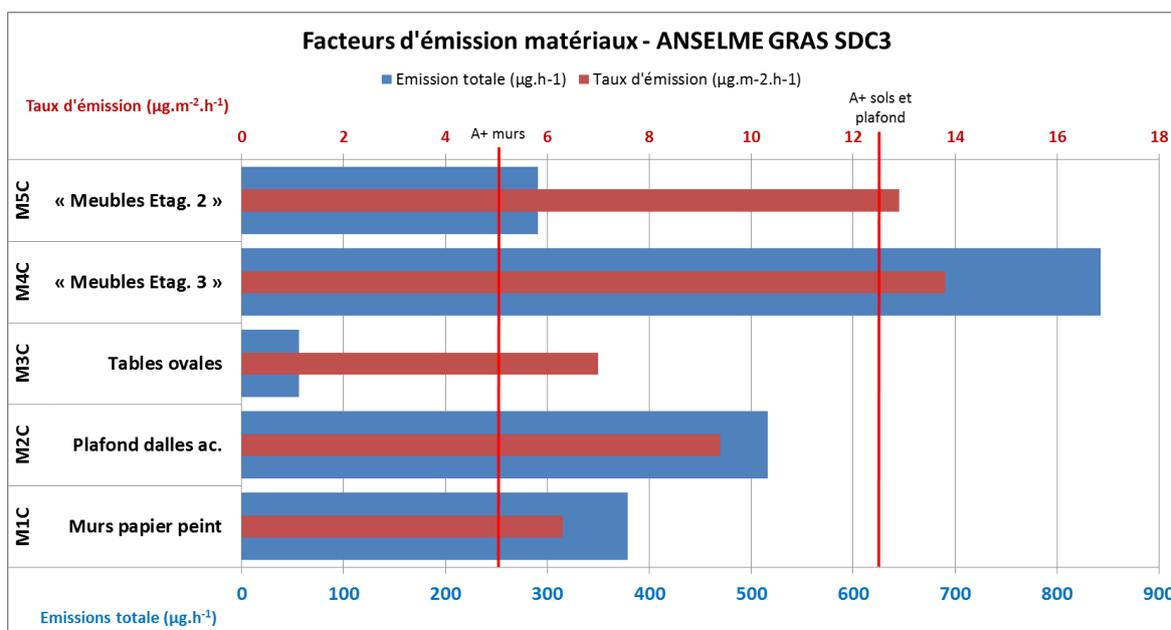


Figure 34 : Facteurs d'émission des matériaux en formaldéhyde – Salle SDC3 (école Anselme Gras)

Pour la SDC3, qui présente du carrelage au sol, ce sont les « meubles Etag.3 » qui représentent la sources la plus importante en formaldéhyde en raison de leur nombre important.

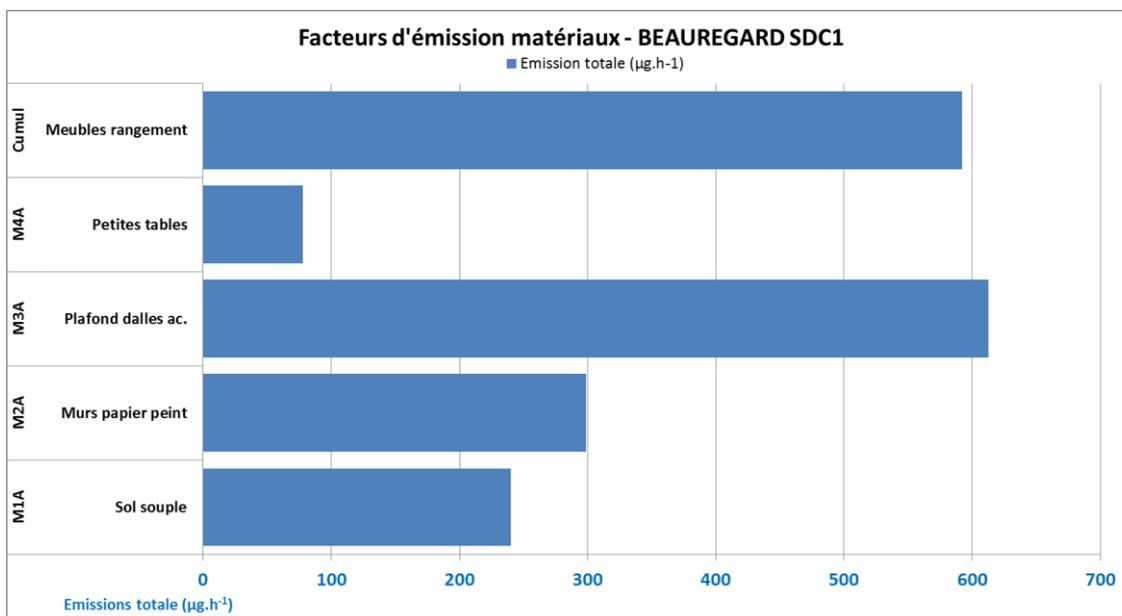
Pour l'ensemble des trois salles de classe, les taux d'émissions des revêtements de sols, murs et plafond échantillonnés sont inférieurs ou du même ordre que les valeurs d'émission de classe A+ ($5 \mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ pour les murs, $12,5 \mu\text{g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ pour les sols et plafonds). Le remplacement de ces matériaux par des matériaux de classe A+ ne devrait donc pas significativement améliorer les concentrations intérieures en formaldéhyde.

Pour l'ameublement, il n'existe pas encore d'étiquetage sanitaire ou de valeur référence d'émission surfacique.

A l'exception des « tables ovales » de la salle SDC2, les taux d'émission en formaldéhyde des meubles semblent raisonnables. Néanmoins, le nombre de meubles de rangement en panneaux de bois reconstitué est important :

- SDC1 : 14 meubles de rangement et 7 étagères
- SDC2 : 22 meubles de rangement et 4 étagères
- SDC3 : 19 meubles de rangement et 7 étagères

Leur présence en nombre en font l'une des principales contributions aux concentrations intérieures en formaldéhyde en cumulant les émissions totales des différents types de meubles de rangement. Par exemple, voici les résultats des émissions totales de la salle SDC1 en cumulant les émissions des « étagères murales », « Meuble Etag.1 » et « Meuble Etag.2 » dans « Meubles rangement »).



Les prélèvements sont réalisés sur des surfaces planes et assez larges pour recevoir les boîtes de Petri en verre. De ce fait, seules les parties avec finition des panneaux de particules ont été mesurées. Il est probable que les champs de ces panneaux sans finition soient plus émetteurs. Les meubles en panneaux de bois reconstitué sont donc potentiellement plus émetteurs que les taux mesurés.

La fabrication « artisanale » des meubles de rangement et étagères avec des panneaux de bois reconstitués de l'école Beaugard fait qu'il est probable que tous les panneaux n'aient pas le même taux d'émission surfacique en formaldéhyde. Certains des meubles, regroupés sous le terme « Meuble Etag 1 » et « Meuble Etag. 2 » sont donc potentiellement plus émetteurs que ceux échantillonnés.

Dans l'ensemble des trois salles de classe, les fournitures pédagogiques de type peinture et colles sont des éléments potentiellement émetteurs de formaldéhyde. Leur présence en grand nombre au sein des salles de classe pourrait contribuer aux concentrations intérieures en formaldéhyde.

Enfin, pour l'école Beaugard, il est probable qu'il y ait une contribution de la salle vestiaire qui communique avec les deux salles SDC1 et SDC2. Celle-ci présente une forte odeur et possède un meuble vétuste en panneaux particules de bois dont les finitions se délabrent. Il n'a pas pu faire l'objet de mesure d'émissions de surface, mais au vu de sa surface importante en contact à l'air de 64 m^2 et de son état de délabrement, il est probable qu'il contribue au moins en partie aux concentrations intérieures de salles SDC1 et SDC2.

5 Conclusion

Dans le cadre d'une expertise bâtiment du Réseau EQAIR, Air PACA a réalisé une campagne de mesure et une recherche de sources en formaldéhyde dans 3 salles de classes réparties dans deux écoles maternelles de la ville de Gap.

Les mesures réalisées confirment des niveaux en formaldéhyde de la campagne de mesure de surveillance réglementaire supérieurs à la valeur d'information et recommandation du Haut Conseil en Santé Publique de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En complément, des concentrations supérieures à la médiane des concentrations en hexaldéhyde dans les logements français ont été observées. L'une des sources potentielles communes entre l'hexaldéhyde et le formaldéhyde sont les panneaux de bois reconstitués.

Les taux d'humidité assez importants (de l'ordre de 60%) favorisent les émissions de formaldéhyde par les matériaux intérieurs.

Le renouvellement d'air n'est pas suffisant pour évacuer le trop plein de dioxyde de carbone émis par la respiration des occupants et par conséquent pour évacuer efficacement les polluants émis par les sources internes. La salle de classe présentant le plus fort confinement est la SDC1 avec un indice de confinement de 3 et des pics de concentrations en CO_2 supérieurs à 2500 ppm.

Le suivi des concentrations en COV légers montre une contribution à la pollution intérieure des activités pédagogiques et de l'entretien des salles de classe, mais celles-ci ne peuvent à elles seules expliquer les concentrations en formaldéhyde de l'air intérieur.

La recherche de sources en formaldéhyde montre un impact significatif de l'ameublement. Les meubles de rangement sont très nombreux et présentent par effet de nombre un impact significatif sur les concentrations intérieures en formaldéhyde. Dans la salle SDC2, en complément des émissions des meubles de rangement, les « tables ovales » présentent des niveaux d'émission en formaldéhyde importants.

Enfin, dans l'école Beauregard, la pièce du vestiaire présente une odeur importante et un meuble en panneaux de bois reconstitué représentant une importante surface en contact avec l'air intérieur. Ce dernier contribue probablement aux concentrations intérieures des salles SDC1 et SDC2.

Afin de réduire les concentrations intérieures en formaldéhyde, les recommandations suivantes peuvent être appliquées :

- Réduire de manière importante le nombre de meuble de rangement en panneaux de bois reconstitué
- Eviter les meubles créés de manière artisanale utilisant des panneaux sans finition sur les chants
- Stocker les fournitures pédagogiques potentiellement polluantes comme les peintures et colles dans un local spécifique.
- Améliorer les habitudes d'aération notamment dans les SDC1 et SDC3
- Réduire les taux d'humidité relative de l'ensemble des classes
- Dans la salle SDC2 : Remplacer les trois tables ovales par des tables faiblement émissives (au minimum NF Environnement Ameublement ou Greenguard Gold)
- Dans l'école Beauregard, remplacer le meuble vestiaire par un meuble faiblement émissif



Dans le cadre d'une expertise bâtiment du Réseau EQAIR, financée par la Région, l'ARS et la DREAL PACA, Air PACA a réalisé une campagne de mesure dans 3 salles de classes de deux écoles maternelles de la ville de Gap.

Les mesures réalisées confirment des niveaux en formaldéhyde de la campagne de mesure de surveillance réglementaire supérieurs à la valeur d'information et recommandation du Haut Conseil en Santé Publique de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Des concentrations supérieures à la médiane des concentrations en hexaldéhyde dans les logements français ont été observées. L'une des sources potentielles communes entre l'hexaldéhyde et le formaldéhyde sont les panneaux de bois reconstitués.

Les taux d'humidité importants (de l'ordre de 60%) favorisent les émissions de formaldéhyde par les matériaux intérieurs.

Le renouvellement d'air pas suffisant pour évacuer le trop plein de CO_2 émis par la respiration des occupants.

Le suivi des concentrations en COV légers montre une contribution à la pollution intérieure des activités pédagogiques et de l'entretien des salles de classe, mais celles-ci ne peuvent à elles seules expliquer les concentrations en formaldéhyde de l'air intérieur.

La recherche de sources en formaldéhyde montre un impact significatif de l'ameublement. Les meubles de rangement sont très nombreux et présentent par effet de nombre un impact significatif sur les concentrations intérieures en formaldéhyde. Dans la salle SDC2, en complément des émissions des meubles de rangement, les « tables ovales » présentent des niveaux d'émission en formaldéhyde importants.

Enfin, dans l'école Beaugard, la pièce du vestiaire présente une odeur importante et un meuble en panneaux de bois reconstitué représentant une importante surface en contact avec l'air intérieur. Ce dernier contribue probablement aux concentrations intérieures des salles SDC1 et SDC2.

Afin de réduire les concentrations intérieures en formaldéhyde, les recommandations suivantes peuvent être appliquées :

- Réduire de manière importante le nombre de meuble de rangement en panneaux de bois reconstitué
- Eviter les meubles créés de manière artisanale utilisant des panneaux sans finition sur les chants
- Stocker les fournitures pédagogiques potentiellement polluantes dans un local spécifique.
- Améliorer les habitudes d'aération notamment dans les SDC1 et SDC3
- Réduire les taux d'humidité relative de l'ensemble des classes
- Dans la salle SDC2 : Remplacer les trois tables ovales par des meubles faiblement émissifs
- Dans l'école Beaugard, remplacer le meuble vestiaire par un meuble faiblement émissif

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR
www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29

Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06

