

BILAN DES MESURES DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS L'ÉCOLE FAUCHER



ORAMIP

OBSERVATOIRE RÉGIONAL
DE L'AIR EN MIDI-PYRÉNÉES

Atmo Midi-Pyrénées

19 avenue Clément Ader

31770 COLOMIERS

Tél : 05 61 15 42 46

contact@oramip.org - www.oramip.org

CONDITIONS DE DIFFUSION

ORAMIP Atmo - Midi-Pyrénées, est une association de type loi 1901 agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de Midi-Pyrénées. ORAMIP Atmo-Midi-Pyrénées fait partie de la fédération ATMO France.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

ORAMIP Atmo-Midi-Pyrénées met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site www.oramip.org.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle de ORAMIP Atmo Midi-Pyrénées.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à ORAMIP Atmo-Midi-Pyrénées.

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, ORAMIP Atmo-Midi-Pyrénées n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec l'ORAMIP :

- depuis le formulaire de contact sur le site www.oramip.org
- par mail : contact@oramip.org
- par téléphone : 05.61.15.42.46

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| SYNTHÈSE DE LA CAMPAGNE DE MESURES | 3 |
| ANNEXE I : RÉSULTATS DES MESURES D'ALDEHYDES DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER..... | 7 |
| ANNEXE II : RÉSULTATS DES MESURES DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER | 17 |
| ANNEXE III : RÉSULTATS DES MESURES DE CONFINEMENT DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER..... | 23 |
| ANNEXE III : RATIO DES CONCENTRATIONS DE COV SALLE DE CLASSE / EXTÉRIEUR..... | 26 |
| ANNEXE IV : DÉMARCHE POUR LA RECHERCHE DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE (VTR)..... | 27 |
| ANNEXE V: SYNTHÈSE DES VTR CHRONIQUES À SEUIL..... | 28 |
| ANNEXE VIII : COMPARAISON DES VTR CHRONIQUES À SEUIL AVEC LES CONCENTRATIONS RENCONTRÉES DANS L'ÉCOLE FAUCHER | 29 |

SYNTHÈSE DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Objectif du suivi

Le groupe scolaire Daniel Faucher 1, dans le quartier de la Reynerie à Toulouse, a été endommagé par un incendie vendredi 30 août 2013 Suite à ce sinistre, les matériaux (revêtements et peintures) et le mobilier ont été renouvelés. Depuis la réouverture des salles, les enseignants et les élèves se plaignent d'odeurs gênantes. La Mairie de Toulouse souhaite donc connaître l'état de la qualité de l'air dans le bâtiment.

L'ORAMIP a axé son étude sur :

- 8 aldéhydes
- 16 Composés Organiques Volatils dont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes,
- le dioxyde de carbone indicateur de l'efficacité de ventilation d'un bâtiment et de son niveau de confinement.

Les concentrations des polluants rencontrés dans l'école Faucher ont été comparées :

- à leur **seuil olfactif** afin de déterminer s'ils peuvent être la cause des plaintes d'odeurs,
- aux **valeurs guides** fixées pour la qualité de l'air intérieur, ou le cas échéant, aux **valeurs toxicologiques de référence** afin d'établir si les niveaux rencontrés peuvent avoir un impact sur la santé.

Présentation des sites de mesure

Le groupe scolaire Daniel Faucher se situe dans le quartier de la Reynerie.

Les salles échantillonnées sont présentées sur le plan ci-dessous.

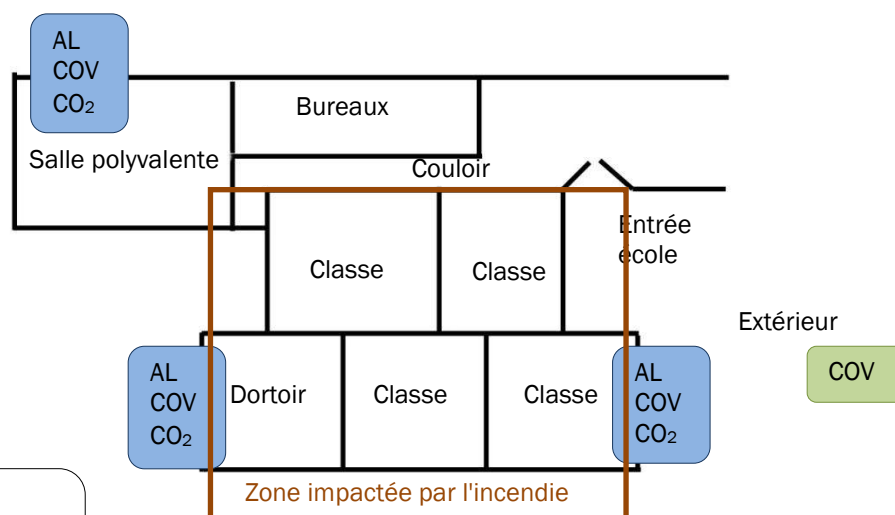
La salle de classe et le dortoir sont les deux salles échantillonnées pour lesquelles les occupants se sont plaints (zone impactée par l'incendie).

La salle polyvalente est une salle témoin ou aucune odeur n'a été ressentie.

Les composés organiques volatils ont également été mesurés à l'extérieur de l'école afin d'évaluer les niveaux dans l'air ambiant. Les niveaux d'aldéhydes, polluants majoritairement rencontrés en air intérieur, n'ont été mesurés que dans le bâtiment.

Les prélèvements ont été réalisés du lundi 23 juin au vendredi 27 juin 2014, pendant une période d'ouverture de l'école et en conditions normales de fréquentation.

L'objectif de cette étude n'est pas de répondre aux exigences du décret n°2011-1728 relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public.



Légende

AL : Aldéhydes
COV : Composés Organiques Volatils
CO₂ : Dioxyde de carbone

Carte 1 : Position des tubes échantillonneurs passifs dans l'enceinte de l'école Daniel Faucher

Les faits marquants de la campagne

Les aldéhydes

8 aldéhydes ont été mesurés dans l'enceinte de l'école Faucher. Les concentrations mesurées pour le butyraldéhyde, le valéraldéhyde et l'hexaldéhyde sont proches de leur seuil olfactif voire supérieurs. **Le mélange de ces aldéhydes peut ainsi être à l'origine des plaintes d'odeurs faites par le personnel de l'école et les élèves.**

Même s'ils peuvent être la cause de nuisances olfactives pouvant avoir un impact psychologique négatif, ces aldéhydes, aux concentrations relevées, ne dépassent pas les valeurs de référence pour la santé.

Les niveaux rencontrés sont inférieurs aux valeurs guides fixées ou, en l'absence de valeur guide, aux valeurs toxicologiques de référence (valeur en deçà de laquelle les risques peuvent être considérés comme nuls) pour 7 aldéhydes mesurés*.

On notera que, pour **le formaldéhyde**, les niveaux mesurés sur une période de mesures sont inférieurs au seuil olfactif de ce polluant mais ils sont **légèrement supérieurs à la valeur guide fixée pour l'air intérieur sur une année de mesures**. Nous rappelons que les concentrations en formaldéhyde, comme celles des autres aldéhydes, sont généralement plus **élevées en période estivale** en comparaison de la période hivernale. Ainsi, la comparaison à la valeur guide devrait être réalisée sur la moyenne des concentrations rencontrées sur deux périodes de mesures l'une hors période de fonctionnement des chauffages et la seconde en période de fonctionnement des chauffages.

Les Composés Organiques Volatils

Les niveaux des Composés Organiques Volatils mesurés dans l'école Faucher sont **nettement inférieurs aux seuils olfactifs**. Ils ne sont donc pas la cause des nuisances olfactives.

Les niveaux rencontrés dans l'école sont légèrement plus élevés que ceux rencontrés dans l'air ambiant. Il existe donc des sources internes de COV dans l'école. Cependant, les concentrations rencontrées sont très **nettement inférieures aux Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)** des COV étudiés fixées pour une exposition chronique. Les niveaux de COV mesurés dans l'école Faucher ne présentent pas de risques sanitaires.

L'indice de confinement

Avec des indices de confinement inférieurs ou égaux à 1, les salles instrumentées avaient un **niveau de confinement satisfaisant** pendant la période de mesures, sans doute grâce à l'ouverture régulière des fenêtres, la température dans les salles étant comprise entre 24 et 25°C sur l'ensemble de la période.

Les aldéhydes et COV sont probablement émis par les peintures, les matériaux de décoration, les livres neufs... Les niveaux rencontrés dans l'école sont sans doute liés à la remise en état des salles après l'incendie. Ces niveaux devraient diminuer au cours du temps. Il conviendra cependant de s'assurer qu'une bonne ventilation des salles soit maintenue afin de ne pas favoriser l'accumulation de ces polluants.

VALEURS DE REFERENCE

Les concentrations mesurées ont été comparées aux valeurs de référence existantes :

Valeur guide de l'air intérieur (VGAI) : concentration dans l'air d'une substance chimique en dessous desquelles aucun effet sanitaire ou aucune nuisance ayant un retentissement sur la santé n'est attendu pour la population générale en l'état des connaissances actuelles.

Valeur guide "de gestion" : concentration prenant en compte les critères sanitaires tout en les mettant en perspective avec les concentrations techniquement atteignables actuellement.

***Valeur Toxicologique de Référence (VTR) :** indice permettant d'établir une relation qualitative, voire quantitative, entre une exposition à une substance chimique et un effet sanitaire chez l'Homme.

Elle est spécifique :

- d'une substance,
- d'une durée d'exposition :
- **aiguë** : de quelques heures à 14 jours,
- **intermédiaire** : de 14 jours à plusieurs mois,
- **chronique** : de quelques années à la vie entière
- d'une voie d'exposition :
- inhalation,
- voie orale,
- contact cutané
- d'une population.

Statistiques par polluant

Les aldéhydes

| | Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) des ALDÉHYDES école Faucher | | |
|------------------|---|-----------------|-------------------|
| | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente |
| Formaldéhyde | 30.2 | 41.6 | 30.5 |
| acétaldéhyde | 10.9 | 9.8 | 10.7 |
| Propionaldéhyde | 4.6 | 4.6 | 6.2 |
| Butyraldéhyde | 24.5 | 27.5 | 27.3 |
| Benzaldéhyde | 1.2 | 1.3 | 1.1 |
| Isovaléraldéhyde | 3.1 | 1.0 | 2.6 |
| Valéraldéhyde | 19.6 | 20.4 | 22.3 |
| Hexaldéhyde | 81.2 | 80.9 | 96.4 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

| | | FORMALDÉHYDE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | |
|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|--|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur guide air intérieur | 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle | NON | La moyenne des concentrations rencontrées dans les salles instrumentées est de 34.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

| | | ACÉTALDÉHYDE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | |
|----------------------------|--|--|----------------------------|--|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur pour protéger des effets à long terme | 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle | OUI | Avec en moyenne 10,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'acétaldéhyde mesuré dans l'école Faucher, la valeur pour protéger des effets à long terme est respectée. |

Les Composés Organiques Volatils



| Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) des COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS école Faucher et extérieur | | | | |
|--|---------|-----------------|-------------------|-----------|
| | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Extérieur |
| Benzène | 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |
| Toluène | 70.6 | 47.3 | 170.1 | 32.7 |
| Ethylbenzène | 1.5 | 1.5 | 2.1 | 0.6 |
| o-Xylène | 2.2 | 2.1 | 3.2 | 1.1 |
| m+p-Xylènes | 2.9 | 2.9 | 4.5 | 1.3 |
| Acétone | 11.1 | 2.9 | 1.7 | 2.7 |
| Dichlorométhane | 2.8 | 0.5 | 1.9 | 0.7 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 3.7 | 4.2 | <0.4 | <0.44 |
| Styrène | 0.9 | 1.1 | <0.5 | 0.6 |
| n-propylbenzène | 0.8 | 0.9 | 1.9 | <0.35 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube



| BENZENE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | | | |
|---|----------------------------|--|----------------------------|---|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur guide air intérieur | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle | OUI | Les concentrations rencontrées en benzène dans les salles de classe instrumentées sont inférieures ou égales à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

L'indice de confinement

| INDICE DE CONFINEMENT - école Faucher | | |
|---------------------------------------|---|--------------------|
| Dortoir | 1 | Confinement faible |
| Salle de classe | 0 | Confinement nul |
| Salle polyvalente | 0 | Confinement nul |

ANNEXE I : RÉSULTATS DES MESURES D'ALDEHYDES DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER

LES FAITS MARQUANTS DE LA CAMPAGNE

- Les concentrations mesurées pour le butyraldéhyde, le valéraldéhyde et l'hexaldéhyde sont proches de leur seuil olfactif voire supérieurs.
- Des niveaux d'aldéhydes parfois élevés indiquant une source interne de pollution, sans doute liés à la rénovation des pièces
- **7 des 8 aldéhydes mesurés ne dépassent pas les valeurs de référence pour la santé.**
- La concentration moyenne de formaldéhyde est légèrement supérieure à la valeur guide fixée pour l'air intérieur sur une année de mesures et ce malgré une bonne ventilation des salles.

LES ALDEHYDES: SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTE

Les aldéhydes appartiennent en partie à la famille des COV. Le composé le plus répandu est le formaldéhyde. De faible poids moléculaire, cette substance a la propriété de devenir gazeuse à température ambiante. ¹.

SOURCES

A l'intérieur des bâtiments, les sources d'aldéhydes sont très diverses puisqu'en raison de leurs propriétés variées, les aldéhydes sont largement présents dans de nombreux produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants,... Ils sont également produits par combustion.

Enfin, ils peuvent être produits dans l'air intérieur lors de réactions chimiques secondaires impliquant l'ozone.

Les niveaux d'aldéhydes en air intérieur sont ainsi 2 à 13 fois plus élevées que celles mesurées à l'extérieur.

EFFETS SUR LA SANTE

Dans l'air intérieur, les aldéhydes revêtent un intérêt particulier du fait de leur impact potentiel sur la santé.

Le formaldéhyde est l'aldéhyde le plus étudié en raison de rôle potentiel dans les maladies allergiques et de ses propriétés cancérigènes. Ainsi, le formaldéhyde est classé depuis juin 2004 par le Centre International de la Recherche sur le Cancer (CIRC) comme polluant cancérigène (groupe 1). C'est, en outre, un irritant des yeux, du nez et de la gorge.

Au sein de cette famille de polluants, un second composé suscite l'intérêt des différents acteurs de la qualité de l'air intérieur : l'acétaldéhyde.

L'acétaldéhyde est également un irritant et a été classé comme cancérigène possible par le CIRC. Il fait partie également des substances prioritaires à étudier dans l'air intérieur (groupe des 7 substances hautement prioritaires de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur).

¹ Fiche polluants aldéhydes - site internet de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) <http://www.oqai.fr>

Huit aldéhydes mesurés

| Liste des 8 aldéhydes mesurés et principales sources Source - www.air-interieur.org | |
|--|---|
| Sources | |
| Formaldéhyde | Produits de construction et de décoration contenant des liants ou colles urée-formol, sources de combustion (fumée de tabac, bougies, bâtonnets d'encens, cheminées à foyer ouvert, cuisinières à gaz, poêles à pétrole), produits d'usage courant (produits d'entretien et de traitement, produits d'hygiène corporelle et cosmétiques) Réactivité chimique entre l'ozone et certains COV présents dans l'air |
| Acétaldéhyde | Photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules Réactivité chimique entre l'ozone et certains COV présents dans l'air |
| Propionaldéhyde | plantes, désodorisants, désinfectant (lingettes, produits liquides, gel...), peinture à phase solvant ; Conservateur dans des produits de type peintures, bois. |
| Butyraldéhyde | Photocopieurs |
| Benzaldéhyde | Peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité |
| Isovaléraldéhyde | Parquet traité, panneaux de particules |
| Valéraldéhyde | Émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules |
| Hexaldéhyde | Panneaux de particules et de bois brut, émissions des livres et magazines neufs, peintures, produits de traitement du bois |

Des niveaux proches des seuils olfactifs pour certains aldéhydes

Le seuil olfactif du **formaldéhyde** se situe entre 0.06 et 1 ppm¹ et 50% des individus sont capables de détecter 50 ppm². Il est donc perceptible à partir de 74 µg/m³. Les niveaux de formaldéhyde mesurés dans l'école Faucher compris entre 30 et 40 µg/m³ sont 1.8 à 2,5 fois inférieur, selon la salle considérée, au niveau olfactif perceptible le plus faible.

De même, d'après l'INERIS³, le seuil olfactif de l'acétaldéhyde est de 0.04 ppm soit 22 µg/m³. Les concentrations mesurées dans l'école Faucher sont nettement inférieures à ce seuil.

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde ne peuvent donc être la cause des plaintes d'odeurs faites par les enfants et le personnel de l'école Faucher.

En revanche, **es niveaux du butyraldéhyde, du valéraldéhyde et de l'hexaldéhyde sont proches de leur seuil olfactif voire supérieurs. Le mélange de ces aldéhydes peut ainsi être à l'origine des plaintes d'odeurs faites par le personnel de l'école et les élèves.**

| | Concentrations (en µg/m ³) des ALDÉHYDES | |
|------------------|--|----------------------|
| | Seuil olfactif | Moyenne dans l'école |
| Formaldéhyde | 74 | 34.1 |
| Acétaldéhyde | 22 | 10.5 |
| Propionaldéhyde | 65 | 5.2 |
| Butyraldéhyde | 20 | 26.4 |
| Benzaldéhyde | 220 | 1.2 |
| Isovaléraldéhyde | 72 | 2.2 |
| Valéraldéhyde | 20 | 20.8 |
| Hexaldéhyde | 58 | 86.2 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

¹ INERIS - Émissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère - Formaldéhyde.

² DÉOUX S. Formaldéhyde : l'odorat nous alerte ! - La maison écologique - Avril 2004

³ INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques - Acétaldéhyde

Le formaldéhyde réglementé

Parmi ces 8 aldéhydes, seul le formaldéhyde fait l'objet d'une valeur guide pour l'air intérieur fixée par le décret n°2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour le formaldéhyde et le benzène :

- pour la période comprise entre le 1^{er} janvier 2015 et le 31 décembre 2022, ce décret retient la valeur de 30 µg/m³ pour le formaldéhyde
- A partir du 1^{er} janvier 2023, la valeur guide pour le formaldéhyde passera à 10 µg/m³.

Pour rappel, ces valeur-guides ont été définies « pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ». La concentration moyenne en formaldéhyde prélevée dans les salles de l'école Daniel Faucher entre le lundi 23 et le vendredi 26 juin 2014 a été comparée à la valeur guide fixée.

Toutefois, il est à noter que dans le cadre réglementaire, l'évaluation du respect de la valeur guide est menée sur la base de **deux campagnes de mesures** espacées de cinq à sept mois, dont l'une se déroule pendant la période de chauffage de l'établissement. La réalisation de deux campagnes de mesures est nécessaire pour évaluer la concentration annuelle du formaldéhyde dans des locaux car il a été établi que le formaldéhyde est un polluant soumis à **une forte variation saisonnière avec des teneurs plus élevées en période estivale** (source : ATMO Rhône-Alpes. Mesure du formaldéhyde dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches en Rhône-Alpes. Rapport de synthèse, janvier 2009). **La seule mesure estivale des niveaux de formaldéhyde dans l'école Faucher peut donc induire une surestimation de la valeur moyenne annuelle.**

| | | FORMALDÉHYDE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | |
|----------------------------|----------------------------|--|----------------------------|---|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur guide air intérieur | 30 µg/m ³ en moyenne annuelle | NON | La moyenne des concentrations rencontrées dans les salles instrumentées est de 34.1 µg/m ³ |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec 34.1 µg/m³ à l'échelle de l'établissement, l'école Daniel Faucher enregistre une concentration en formaldéhyde légèrement supérieure à la valeur guide fixée au 1^{er} janvier 2015.

Les niveaux en formaldéhyde rencontrés dans l'école Faucher sont très nettement inférieurs à la concentration de 100 µg/m³ pour laquelle des investigations complémentaires doivent être menées et pour laquelle le préfet de département du lieu d'implantation de l'établissement doit être informé.

Des niveaux légèrement plus élevés de formaldéhyde dans la salle de classe

Les concentrations en formaldéhyde mesurées entre le lundi 23 et le vendredi 27 juin dans le dortoir et la salle polyvalente sont homogènes. Les niveaux rencontrés dans ces salles, dans lesquelles les activités des enfants ne sont probablement pas source de formaldéhyde (dortoir) sont sans doute représentatifs des niveaux dus à l'émission des matériaux et meubles.

Les niveaux mesurés dans la salle de classe sont légèrement plus élevés sans doute en raison d'émissions de formaldéhyde lors des activités des élèves (peinture...).

| Concentrations en FORMALDÉHYDE (en µg/m ³) école Faucher | | | |
|---|-----------------|-------------------|----------------------|
| Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Moyenne dans l'école |
| 30.2 | 41.6 | 30.5 | 34.1 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

La concentration moyenne de formaldéhyde dans l'école Daniel Faucher se situe dans les gammes de concentrations rencontrées lors de la campagne pilote nationale écoles et crèches de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2009 - 2011). 11 % des 310 établissements présentent une concentration moyenne annuelle, à l'échelle de l'établissement, comprise entre 30 et 50 µg/m³, les actions d'amélioration de la situation et de sensibilisation du personnel à la problématique de la qualité de l'air intérieur sont laissées à l'initiative du maire et du directeur d'établissement

| .Résultats campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France (2009-2011) | |
|--|-------------------------|
| Concentration en formaldéhyde (µg/m ³) | Nombre d'établissements |
| 0 à 30 | 89 % |
| 30 à 50 | 9 % |
| 50 à 100 | 2 % |
| Supérieur à 100 | 0 % |

Source : dossier de presse "mesures pour améliorer la qualité de l'air intérieur" 6 janvier 2012 - Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

Existence d'une valeur guide pour l'acétaldéhyde

Il existe également deux valeurs guides de qualité de l'air intérieur pour l'acétaldéhyde, définis par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation (ANSES) en 2014 :

- une valeur établie pour protéger des effets survenant après une exposition de courte durée : 3000 µg/m³ pour une durée d'exposition de 1 heure. Il s'agit de protéger la population d'une exposition ponctuelle ou intermittente à des niveaux élevés liés à une activité particulière.

L'acétaldéhyde est une substance fortement irritante des voies respiratoires.

- une valeur établie pour protéger des effets à long terme : 160 µg/m³ pour une durée d'exposition supérieure ou égale à un an. Il s'agit de protéger la population au quotidien exposée à des niveaux plus faibles mais permanents (niveaux de fond). En effet, les effets irritants de l'acétaldéhyde sur l'appareil respiratoire supérieur peuvent conduire à des lésions de l'épithélium pour des expositions répétées.

Respect de la valeur guide pour l'acétaldéhyde

| | | ACÉTALDÉHYDE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | |
|----------------------------|--|--|----------------------------|---|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur pour protéger des effets à long terme | 160 µg/m ³ en moyenne annuelle | OUI | Avec en moyenne 10,5 µg/m ³ d'acétaldéhyde mesuré dans l'école Faucher, la valeur pour protéger des effets à long terme est respectée. |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Des niveaux homogènes d'acétaldéhyde dans les différentes salles de l'école

Les concentrations en acétaldéhyde mesurées entre le lundi 23 juin et le vendredi 27 juin dans les trois salles de l'école Daniel Faucher sont homogènes.

| Concentrations en ACÉTALDÉHYDE (en µg/m ³) école Faucher | | | |
|---|-----------------|-------------------|----------------------|
| Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Moyenne dans l'école |
| 10.9 | 9.8 | 10.7 | 10.5 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Des niveaux d'acéthaldéhyde comparables à ceux mesurés sur d'autres sites en France

En 2006-2007, Air Rhône-Alpes a réalisé une campagne de mesures du formaldéhyde et de l'acéthaldéhyde dans l'air intérieur de 650 écoles maternelles et crèches de la région. Afin d'avoir une bonne représentativité de la qualité de l'air intérieur, quatre périodes de mesures dans l'année ont été retenues.

Les résultats de la période 12 au 16 juin 2006, sont comparés à ceux obtenus pour l'école Faucher.

Les niveaux mesurés à l'école Faucher sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés en moyenne dans les écoles maternelles de Rhône-Alpes.

| Concentrations moyennes en ACÉTALDÉHYDE (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|--|---|
| École Faucher | Ecoles maternelles - région Rhône - Alpes |
| 10.5 | 9.3 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

Pour les autres aldéhydes, des niveaux homogènes dans les différentes salles instrumentées

Les autres aldéhydes analysés montrent des niveaux relativement homogènes entre les différentes salles instrumentées de l'école Faucher.

L'hexaldéhyde est l'aldéhyde pour lequel les niveaux mesurés sont les plus élevés avec $86,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne. Avec des concentrations moyennes respectives de $26,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le

butyraldéhyde et le valéraldéhyde sont mesurés dans des proportions similaires. Les autres aldéhydes (propionaldéhyde, isovaléraldéhyde et benzaldéhyde) ont des concentrations moyennes inférieures à $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

| | Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) des ALDÉHYDES - école Faucher | | | |
|------------------|---|-----------------|-------------------|----------------------|
| | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Moyenne dans l'école |
| Propionaldéhyde | 4.6 | 4.6 | 6.2 | 5.2 |
| Butyraldéhyde | 24.5 | 27.5 | 27.3 | 26.4 |
| Benzaldéhyde | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 1.2 |
| Isovaléraldéhyde | 3.1 | 1.0 | 2.6 | 2.2 |
| Valéraldéhyde | 19.6 | 20.4 | 22.3 | 20.8 |
| Hexaldéhyde | 81.2 | 80.9 | 96.4 | 86.2 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

Des niveaux plus élevés que ceux rencontrés dans la littérature

D'autres évaluations des niveaux d'aldéhydes ont été réalisées dans des établissements scolaires français. Ainsi, Air-Breizh a réalisé des mesures d'aldéhydes dans plusieurs écoles de Rennes sur deux périodes (hiver et fin de printemps) en 2008¹ et en 2009².

Les niveaux d'aldéhydes étant sujets à des variations saisonnières, nous indiquons, dans les tableaux suivants, les niveaux pour chaque aldéhyde mesurés en juin :

¹ Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes Métropole - J. Moulin, J. Zay, R. Doisneau, Groupe scolaire des Landes - décembre 2007 et juin 2008

² Qualité de l'air intérieur en milieu scolaire à Rennes - S. Delaunay, J. Isaac, Quineleu, J. Moulin et R. Doisneau - juin 2009 et janvier 2010

Avec une concentration moyenne de 5,2 µg/m³, les niveaux de propionaldéhyde sont légèrement supérieurs à ceux relevés dans la littérature. Ils sont néanmoins relativement faibles en comparaison des concentrations relevées pour d'autres aldéhydes.

| Propionaldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | 9 au 13 juin 08 | 4 écoles primaires | 2.7 | 2.4 | 3.1 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | Juin 09 | 5 écoles primaires | 1.6 | 1.2 | 1.8 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec une concentration moyenne de 26.4 µg/m³, les niveaux de butyraldéhyde sont plus de deux fois supérieurs à ceux relevés dans la littérature.

| Butyraldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | 9 au 13 juin 08 | 4 écoles primaires | 8.6 | 6.3 | 10.8 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | Juin 09 | 5 écoles primaires | 4.7 | 3.7 | 6.7 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec une concentration moyenne de 1.2 µg/m³, les niveaux de benzaldéhyde sont du même ordre de grandeur que ceux rencontrés dans la littérature.

| Benzaldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | 9 au 13 juin 08 | 4 écoles primaires | 1 | 0.4 | 1.6 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | Juin 09 | 5 écoles primaires | 1.1 | 0.5 | 2.1 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec une concentration moyenne de 2.2 µg/m³, les niveaux d'isovaléraldéhyde sont légèrement supérieurs à ceux rencontrés dans la littérature. Ils restent néanmoins faibles.

| Isovaléraldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | 9 au 13 juin 08 | 4 écoles primaires | 1 | 0.9 | 1.2 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | Juin 09 | 5 écoles primaires | 1 | 0.7 | 1.8 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec une concentration moyenne de 20.8 µg/m³, les niveaux d'e valéraldéhyde sont environ 10 fois supérieurs à ceux rencontrés dans la littérature.

| Valéraldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|-----------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | 9 au 13 juin 08 | 4 écoles primaires | 3.2 | 2.0 | 6.0 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes | Juin 09 | 5 écoles primaires | 2 | 1.4 | 2.4 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Avec une concentration moyenne de 86.2 µg/m³, les niveaux d'hexaldéhyde sont nettement supérieurs à ceux rencontrés dans la littérature.

| Hexaldéhyde | Période | Nombre et type de classe | Concentrations moyennes en µg/m ³ | | |
|---|------------------------|--------------------------|--|---------|---------|
| | | | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes 2007-2008 | Décembre 07 Juin 08 | 4 écoles primaires | 16.7 | 11.2 | 31.8 |
| Campagne Air Breizh Agglomération de Rennes 2009-2010 | Juin 09 Janvier 10 | 5 écoles primaires | 10.2 | 8.1 | 12.6 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Certains aldéhydes (butyraldéhyde, valéraldéhyde, hexaldéhyde) ont été mesurés dans l'école Faucher à des niveaux plus élevés que la moyenne des campagnes faites dans les groupes scolaires de Bretagne. Cette particularité pourrait être liée, pour certains polluants au caractère "fraichement rénové" des salles de classe (peinture à phase solvant, panneaux de particules, livres neufs émetteurs de valéraldéhyde et d'hexaldéhyde...), et pour d'autres aux activités des enseignants (butyraldéhyde émis par les photocopieurs).

Pour les aldéhydes ne disposant pas d'une valeur guide, une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) a été recherchée (cf annexe IV).

Seul le propionaldéhyde dispose d'une telle valeur. La moyenne relevée dans l'école est inférieure la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) établie à 8 µg/m³ par l'US-EPA (Environmental Protection Agency) en 2008, pour une exposition long terme permanente (effet d'atrophie de l'épithélium nasal).

Pour les autres aldéhydes, il n'existe pas de VTR. Certains d'entre eux disposent d'une valeur fixée pour les lieux de travail. Les valeurs limites établies pour les lieux de travail ne sont pas directement applicables aux atmosphères intérieures telles que les logements et les écoles. Elles sont données ici à titre indicatif.

Dans le document "Procédure de qualification des émissions de composés organiques volatils par les matériaux de construction et produits de décoration",

l'ANSES fixe des valeurs pour les locaux professionnels pour les aldéhydes qui n'en ont pas. Ainsi, pour tous les aldéhydes, considérées comme des substances analogues au butyraldéhyde, est fixée la valeur de 64 000 µg/m³ issue de la réglementation allemande).

Les niveaux de concentration des aldéhydes rencontrés dans l'air de l'école Faucher sont donc 1000 fois inférieurs aux valeurs fixées pour les locaux professionnels.

| Concentrations (en µg/m ³) des ALDÉHYDES | | | |
|--|----------------------|---------------|--|
| | Moyenne dans l'école | VTR | Valeurs pour les locaux professionnels |
| Propionaldéhyde | 5.2 | 8 (US EPA) | - |
| Butyraldéhyde | 26.4 | Non documenté | 64000 (MAK Allemagne) |
| Benzaldéhyde | 1.2 | Non documenté | 64000 (MAK Allemagne) - substance analogue |
| Isovaléraldéhyde | 2.2 | Non documenté | 64000 (MAK Allemagne) - substance analogue |
| Valéraldéhyde | 20.8 | Non documenté | 175 000 (VME) |
| Hexaldéhyde | 86.2 | Non documenté | 64000 (MAK Allemagne) - substance analogue |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

ANNEXE II : RÉSULTATS DES MESURES DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER

LES FAITS MARQUANTS DE LA CAMPAGNE

- **Les niveaux des COV sont nettement inférieurs aux seuils olfactifs cités dans la littérature.**
- Des niveaux de certains COV mesurés plus élevés que dans l'air extérieur indiquant une source interne de pollution, sans doute liés aux travaux de remise en état des salles.
- Respect de la valeur guide en benzène fixée sur une année de mesures.
- En comparaison des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) aiguës ou, à défaut, des VTR chroniques; les risques d'effet sur la santé pour les enfants fréquentant l'école Daniel Faucher et exposés à ces COV peuvent être considérés comme nuls.

LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS: SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTE

SOURCES

Les Composés Organiques Volatils (COV) sont un ensemble de composés appartenant à différentes familles chimiques. Les COV sont largement utilisés dans la fabrication de nombreux produits, matériaux d'aménagement et de décoration : peinture, vernis, colles, nettoyants, bois agglomérés, moquette, tissus neufs,... Ils sont également émis par le tabagisme et par les activités d'entretien et de bricolage. Leur point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à la température ambiante et de se retrouver ainsi dans l'air. Les COV sont souvent plus nombreux et plus concentrés à l'intérieur qu'à l'extérieur compte tenu de la multiplicité des sources intérieures¹.

A l'intérieur des bâtiments, les sources de COV sont très diverses puisqu'en raison de leurs propriétés variées, les COV sont largement utilisés dans de nombreux produits et matériaux, en tant que solvants, gaz propulseurs, carburants, bactéricides, etc. Les COV se dégagent alors naturellement de ces produits ou matériaux ou sont émis via des processus de combustion ou de cuisson des aliments. Les sources sont la combustion (tabagisme, chauffage, bougies, encens, etc.), les produits de construction, de décoration, de bricolage, l'ameublement, les produits d'entretien et les activités humaines (cuisine, hygiène, cosmétiques). Les émissions de COV peuvent être de durées variables, allant de la pollution ponctuelle (produits d'entretien, combustion du bois, du charbon, etc.) à la pollution qui décroît en quelques jours ou quelques mois, voire exceptionnellement quelques années (matériaux de construction : panneaux de bois reconstitués (agglomérés), bois de charpente et planchers, peintures, vernis, mousses isolantes, moquettes, revêtements de sols, etc.).²

EFFETS SUR LA SANTE

Ils sont le plus souvent mal connus mais on leur attribue, selon les composés, des irritations de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, des nausées, maux de tête et vomissements. Quelques composés, comme par exemple le benzène, sont associés à des leucémies ou à des cancers (dans le cas d'exposition professionnelle). D'autres sont suspectés d'atteintes de la reproduction (éthers de glycol [2-éthoxyéthanol, 2-butoxyéthanol, 1-méthoxy-2-propanol] par exemple)¹.

¹ Fiche polluants Composés Organiques Volatils (COV) site internet de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) <http://www.oqai.fr>

² Les composés organiques volatils (COV) état des lieux : définition, sources d'émissions, exposition, effets sur la santé - Observatoire régional de santé d'Ile de France - décembre 2007

Dix Composés Organiques Volatils détectés dans les salles échantillonnées

Dans le cadre de l'étude réalisée à l'école Faucher, le laboratoire a recherché sur l'échantillonneur passif implanté dans le dortoir, les 14 composés organiques volatils (COV) les plus présents. Ont également été mesurés les benzène, toluène, éthylbenzène, ortho

xylène (O-xylène) et méta+para xylènes (m+p xylènes). Au final, ce sont 10 COV qui ont été détectés et quantifiés.



Liste des principaux COV rencontrés dans la salle de classe située au dessus de la zone incendiée et leurs principales sources

| Sources | |
|-----------------------|---|
| Benzène | combustion, vapeurs d'essence, fumée de tabac, produits de bricolage, ameublement, produits de construction et de décoration |
| Toluène | Peintures, vernis, feutres et marqueurs colles, encres, moquettes, tapis |
| Éthylbenzène | carburant, cire |
| o-Xylène | peintures, vernis, colles |
| m+p-Xylènes | peintures, vernis, colles |
| Acétone | Emise par la respiration humaine, solvant pour colles, matériaux de construction |
| Dichlorométhane | Produits de nettoyage |
| 1,1,1-Trichloroéthane | dans de nombreux articles de ménage "grand public" avant 1996 depuis forte restriction suite protocole de Montréal colle, nettoyeurs aérosols |
| Styrène | matière plastique, matériaux isolants, carburants |
| n-propylbenzène | Matériaux de construction / décoration |

Des niveaux nettement inférieurs aux seuils olfactifs

Les niveaux des COV sont nettement inférieurs aux seuils olfactifs cités dans la littérature . Ces COV ne sont donc sans doute pas la cause de nuisances olfactives décrites.

| | Concentrations (en µg/m ³) des COV | |
|-----------------------|--|----------------------|
| | Seuil olfactif | Moyenne dans l'école |
| Benzène | 1240 | 0.9 |
| Toluène | 780 | 108.4 |
| Éthylbenzène | 530 | 1.7 |
| o-Xylène | 16 | 2.5 |
| m+p-Xylènes | 16 | 3.4 |
| Acétone | 31500 | 5.2 |
| Dichlorométhane | 7000 | 1.1 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 18000 | 3.9 |
| Styrène | 9 | 1.3 |
| n-propylbenzène | nd | 1.0 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Les niveaux de benzène à l'intérieur de l'école et dans l'air ambiant

Les concentrations en benzène mesurées entre le lundi 23 juin et le vendredi 27 juin dans les 3 salles de l'école Daniel Faucher ainsi que dans l'air extérieur à proximité de l'école sont faibles et du même ordre de grandeur. Il n'y a pas de sources de benzène dans les salles instrumentées.

| Concentrations en BENZENE (en µg/m ³) école Faucher et extérieur | | | |
|--|-----------------|-------------------|-----------|
| Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Extérieur |
| 0.8 | 0.8 | 1.0 | 1.0 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Le suivi du ratio entre les concentrations en toluène et en benzène mesurées dans chaque salle de classe permet de différencier les éventuelles sources de toluène et de benzène pouvant être à l'origine des concentrations mesurées dans l'air ambiant et dans l'air intérieur.

En effet, le toluène étant plus réactif que le benzène, lorsque la masse d'air évolue dans le temps, c'est-à-dire lorsqu'on s'éloigne de la source d'émission ou que la masse d'air pollué vieillit, le ratio toluène/benzène a tendance à diminuer (INERIS, 2004).

Dans le cas de l'école Faucher, la concentration en toluène et le ratio toluène / benzène sont très élevés et quasiment équivalents pour tous les sites qu'ils soient à l'intérieur ou à l'extérieur

Nous ne disposons pas d'éléments concernant le temps de demi-vie du benzène en air intérieur.

En revanche, en air ambiant, les valeurs moyennes de la demi-vie du benzène se situent entre 3 et 10 jours tandis que le temps de demi-vie du toluène peut être estimé à 2 jours (Source INERIS).

Il apparait ainsi qu'il y a une source de toluène dans l'école sans doute liée aux travaux de remise en état des salles.

Des niveaux de benzène comparables à ceux mesurés lors de la campagne pilote nationale

La concentration moyenne de benzène dans l'école élémentaire Daniel Faucher se situe dans les gammes de concentrations rencontrées lors de la campagne pilote nationale écoles et crèches de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (2009 - 2011).

- 43 % des 310 établissements présentent une concentration moyenne annuelle, à l'échelle de l'établissement, inférieure à 2 µg/m³, valeur considérée comme satisfaisante et ne justifiant pas d'action spécifique.
- Pour les établissements classés dans la gamme de concentration 2-5 µg/m³, 81 % d'entre eux ont des concentrations comprises entre 2 et 3 µg/m³.

Respect de la valeur guide du benzène

Les concentrations en benzène mesurées dans les différentes salles de classe de l'école Daniel Faucher ont été comparées à la valeur guide fixée. Pour rappel, ces valeur-guides ont été définies «pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine».

| Concentrations en TOLUENE (en µg/m ³) école Faucher et extérieur | | | |
|---|-----------------|-------------------|-----------|
| Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Extérieur |
| 70.6 | 47.3 | 170.1 | 32.6 |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

| Ratio TOLUENE/BENZENE école Faucher et extérieur | | | |
|---|-----------------|-------------------|-----------|
| Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Extérieur |
| 92.9 | 57.0 | 175.4 | 34.0 |

| .Résultats campagne pilote de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et crèches en France (2009-2011) | |
|---|-------------------------|
| Concentration en benzène (µg/m ³) | Nombre d'établissements |
| 0 à 2 | 43 % |
| 2 à 5 | 56 % |
| 5 à 10 | 1 % |
| Supérieur à 10 | 0,5 % |

Source : dossier de presse "mesures pour améliorer la qualité de l'air intérieur" 6 janvier 2012 - Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.

Toutefois, il est à noter que cette évaluation du benzène ne permet pas de répondre à l'obligation réglementaire de surveillance périodique de la qualité de l'air intérieur dans les écoles fixée par le décret n°2012-14 du 5 janvier 2012 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur de certains établissements recevant du public.



| | | BENZENE Qualité de l'air INTERIEUR - École Faucher | | |
|----------------------------|----------------------------|---|----------------------------|--|
| | | Valeur guide | Respect de la valeur guide | Sur 4 jours de prélèvement |
| Exposition de longue durée | Valeur guide air intérieur | 5 µg/m ³ en moyenne annuelle | OUI | Les concentrations rencontrées en benzène dans les salles de classe instrumentées sont inférieures ou égales à 1 µg/m ³ |

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Au 1^{er} janvier 2016, la valeur guide air intérieur passera à 2 µg/m³ en moyenne annuelle. Avec 0.9 µg/m³ à l'échelle de l'établissement, l'école Daniel

Faucher enregistre une concentration en benzène satisfaisante pour 2016.

Nocivité réduite des autres COV mesurés.

Les polluants de l'air intérieur sont très nombreux et ne présentent pas tous un intérêt équivalent en termes de santé publique. L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur a donc réalisé une hiérarchisation pour classer les substances présentes dans l'environnement sur la base de critères de toxicité à court et long terme, des niveaux d'exposition observés, de la traçabilité de certaines sources ainsi que sur la fréquence d'apparition des polluants dans les bâtiments.

Depuis 2010, 1 026 substances ou mélanges de substances potentiellement présents dans l'environnement intérieur ont été retenus pour la hiérarchisation. Cette liste a servi de point de départ pour chacune des hiérarchisations (logements, écoles et bureaux).

Dans le cadre de l'étude réalisée à l'école Faucher, les 20 composés organiques volatils les plus présents sur l'échantillonneurs passifs ont été recherchés. Seuls 10 COV ont finalement été détectés. Il apparaît que la majorité d'entre eux n'appartiennent pas à la liste des substances « Hautement Prioritaires » ou « Très Prioritaires » fixée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI).



| | Sources | Classement OQAI - écoles |
|-----------------------|---|--------------------------|
| Benzène | combustion, vapeurs d'essence, fumée de tabac, produits de bricolage, ameublement, produits de construction et de décoration | Hautement prioritaire |
| Toluène | Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis vapeur d'essence | Très prioritaire |
| Ethylbenzène | carburant, cire | Très prioritaire |
| o-Xylene | peintures, vernis, colles | |
| m+p-Xylènes | peintures, vernis, colles | |
| Acétone | Emise par la respiration humaine, solvant pour colles, matériaux de construction | |
| Dichlorométhane | Produits de nettoyage | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | dans de nombreux articles de ménage "grand public" avant 1996 depuis forte restriction suite protocole de Montréal colle, nettoyants aérosols | |
| Styrène | matière plastique, matériaux isolants, carburants | Très prioritaire |
| n-propylbenzène | Matériaux de construction / décoration | |

Les niveaux de COV à l'intérieur de l'école et dans l'air ambiant

Les résultats de la campagne de mesures montre qu'il existe une spécificité de la pollution à l'intérieur dans l'école Daniel Faucher par rapport à l'extérieur,

qui s'exprime en particulier par des concentrations nettement plus importantes à l'intérieur qu'à l'extérieur.



| | Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) des COV école Faucher et extérieur | | | |
|-----------------------|--|-----------------|-------------------|-----------|
| | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente | Extérieur |
| Toluène | 70.6 | 47.3 | 170.1 | 32.7 |
| Ethylbenzène | 1.5 | 1.5 | 2.1 | 0.6 |
| o-Xylène | 2.2 | 2.1 | 3.2 | 1.1 |
| m+p-Xylènes | 2.9 | 2.9 | 4.5 | 1.3 |
| Acétone | 11.1 | 2.9 | 1.7 | 2.7 |
| Dichlorométhane | 2.8 | 0.5 | 1.9 | 0.7 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 3.7 | 4.2 | <0.4 | <0.44 |
| Styrène | 0.9 | 1.1 | <0.5 | 0.6 |
| n-propylbenzène | 0.8 | 0.9 | 1.9 | <0.35 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

La salle de classe située au dessus de la zone incendiée enregistre, pour 10 COV, des concentrations 1,1 à 5,2 fois plus élevées qu'en air extérieur.

Ces excès de composés dans l'environnement intérieur des salles indiquent la présence de sources internes de pollution. Certains sont sans doute liés aux travaux de remise en état des salles.

Niveaux très nettement inférieurs aux VTR chroniques existantes

Les VTR fixées (cf annexe V) pour une exposition chronique (supérieures à 1 an d'exposition) aux différents COV rencontrés dans l'enceinte de l'école Faucher sont au minimum 1,6 fois plus élevées que celles mesurées dans les salles de classe de l'école Faucher. **Les risques d'effet sur la santé pour les**

enfants fréquentant l'école Daniel Faucher et exposés à ces COV peuvent donc être considérés comme nuls (cf. Annexe VI).

ANNEXE III : RÉSULTATS DES MESURES DE CONFINEMENT DANS L'ENCEINTE DE L'ÉCOLE DANIEL FAUCHER

LES FAITS MARQUANTS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

→ Un très bon niveau de confinement dans toutes les salles étudiées

LE CONFINEMENT : DEFINITION ET EFFETS SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT

DEFINITION

Le dioxyde de carbone, est un composé chimique de formule CO₂. Dans les conditions normales de température et de pression, c'est un gaz incolore, inodore, à la saveur piquante. Le CO₂ est un gaz à effet de serre bien connu, transparent en lumière visible mais absorbant dans le domaine infrarouge, de sorte qu'il tend à bloquer la réémission l'énergie thermique reçue du soleil.

Dans l'environnement extérieur, les concentrations en CO₂ sont relativement stables et avoisinent les 400 ppm.

En air intérieur, son suivi est intéressant car il s'agit d'un très bon indicateur de l'efficacité de ventilation d'un bâtiment et de son niveau de confinement.

En effet, à l'intérieur et en l'absence de sources de combustions, ce sont essentiellement les rejets de gaz carbonique par les occupants lorsqu'ils respirent qui sont à l'origine de l'augmentation des niveaux de CO₂. Le gaz carbonique est donc un indicateur du taux de renouvellement d'air pour l'air intérieur. Ainsi, dans un local mal ventilé, le CO₂ émis voit sa concentration augmenter rapidement.

La recommandation du règlement sanitaire départemental indique de ne pas dépasser 1000 ppm dans les locaux, avec une tolérance de 1300 ppm dans les locaux où il est interdit de fumer.

"Art. 64.-Ventilation mécanique ou naturelle des conduits" du règlement sanitaire départemental "(...) Dans les conditions habituelles d'occupation, la teneur de l'atmosphère en dioxyde de carbone ne doit pas dépasser 1 p.1000 avec tolérance de 1,3 p.1000 dans les locaux où il est interdit de fumer."

EFFETS SUR LA SANTE

L'analyse des études épidémiologiques et toxicologiques disponibles a conduit à identifier plusieurs impacts sanitaires liés au confinement :

- Dans les écoles, une augmentation de la fréquence de symptômes liés à l'asthme chez l'enfant peut être associée à des concentrations de CO₂ supérieures à 1000 ppm en moyenne sur une journée d'école,
- dans les bureaux, une augmentation de la fréquence de symptômes du syndrome des bâtiments malsains (ou SBS) peut être associée à des concentrations de CO₂ supérieures à 850 ppm en moyenne sur une journée de travail

Concernant les effets intrinsèques du CO₂, il est observé que :

- une récente étude expérimentale sur 22 sujets humains adultes suggère un effet propre du CO₂ sur la performance psychomotrice (prise de décision, résolution de problèmes) à partir de 1000 ppm.

Recommandation du règlement sanitaire départemental respectée

| | | NIVEAU DE CONFINEMENT | | |
|----------------------------|---|-----------------------------------|--------------|--|
| | | Respect de la valeur de référence | Valeur guide | Période |
| Exposition de courte durée | Recommandation du règlement sanitaire départemental | OUI | 1300 ppm | Niveau maximal sur 15 minutes: Dortoir : 1266 ppm Salle de classe : 1477 ppm (seule valeur supérieure au seuil de 1300 ppm) Salle polyvalente : 966 ppm |

ppm : partie par million.

Un confinement estimé faible à nul des pièces instrumentées

A partir des concentrations en CO₂ mesurées, l'indice de confinement ICONNE a été calculé. Il est donné ici à titre indicatif. En effet, le calcul de cet indice doit être réalisé à partir de prélèvements effectués en période de chauffe de l'établissement.

Avec des indices de confinement inférieurs ou égaux à 1, les salles instrumentées avaient un niveau de confinement satisfaisant pendant la période de mesures. Celui-ci est sans doute dû à l'ouverture régulière des fenêtres, la température dans les salles étant comprise entre 24 et 25 °C sur l'ensemble de la période.

Dans son avis relatif aux concentrations de CO₂ dans l'air intérieur et effets sur la santé, l'ANSES indique qu'il existe des corrélations positives significatives entre le CO₂ et certains polluants, en particulier le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acroléine. En outre, plusieurs études montrent que, bien que les émissions des matériaux décroissent au cours du temps, plusieurs mois peuvent être nécessaires pour

| INDICE DE CONFINEMENT - école Faucher | | |
|---------------------------------------|---|--------------------|
| Dortoir | 1 | Confinement faible |
| Salle de classe | 0 | Confinement nul |
| Salle polyvalente | 0 | Confinement nul |

que les bâtiments neufs aient un taux de COV totaux équivalent à celui des "vieux" bâtiments.

D'autre part, malgré cet indice de confinement faible, les niveaux de concentration en formaldéhyde sont relativement importants.

Il apparaît donc nécessaire de veiller à la bonne ventilation des salles de l'école Faucher pour limiter l'accumulation de polluants.

ANNEXE III : RATIO DES CONCENTRATIONS DE COV SALLE DE CLASSE / EXTÉRIEUR

| | Ratio des concentrations de COV salle de classe / Extérieur | | |
|-----------------------|---|-----------------|-------------------|
| | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente |
| Benzène | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| Toluène | 2.2 | 1.4 | 5.2 |
| Ethylbenzène | 2.6 | 2.4 | 3.4 |
| o-Xylène | 2.0 | 2.0 | 3.0 |
| m+p-Xylene | 2.2 | 2.2 | 3.5 |
| Acétone | 4.2 | 1.1 | 0.6 |
| Dichlorométhane | 4.0 | 0.7 | 0.3 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 17.0 | 18.9 | - |
| Styrène | 1.5 | 1.8 | 3.1 |
| n-propylbenzène | 4.5 | 4.9 | 7.5 |

ANNEXE IV : DÉMARCHE POUR LA RECHERCHE DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE (VTR)

Les aldéhydes et les COV ont de multiples effets sur la santé, que ce soit des effets aigus ou chroniques.

Il est donc nécessaire d'avoir un meilleur éclairage sur les dangers liés à ces polluants pour les enfants fréquentant l'école Daniel Faucher. Ces polluants regroupant un ensemble de substances très hétérogènes, cette identification des dangers ne peut être évaluée de manière globale et doit donc être évalué individuellement pour chaque molécule.

L'identification de ces dangers est fondée sur une recherche systématique des connaissances toxicologiques liées aux conséquences d'une exposition par voie respiratoire de courte ou de longue durée. Elle passe ainsi par la recherche des Valeurs toxicologiques de Référence.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques permettant d'établir une relation quantitative entre une dose et un effet (grave et/ou irréversible) néfaste pour la santé ou entre une dose et la probabilité d'effet néfaste au sein d'une population exposée.

Les VTR sont établies par des instances nationales ou internationales, à partir d'études épidémiologiques ou à défaut d'expérimentations animales. Les principaux organismes qui établissent des VTR sont :

- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),
- l'agence américaine de protection de l'environnement (US Environmental Protection Agency ou US EPA),
- l'agence américaine pour les substances toxiques (Agency for Toxic Substances and Disease Registry ou ATSDR),
- l'institut néerlandais de Santé Publique (RIVM).

Elles sont spécifiques d'un effet donné (cancérogène, non-cancérogène), d'une voie d'exposition (respiratoire, orale, cutanée) et d'une durée d'exposition (aiguë, subchronique ou chronique).

Les VTR concernant les effets cancérogènes ne sont pas abordées dans ce rapport car elles concernent des expositions sur une vie entière.

Comment les VTR sont-elles élaborées ?

L'élaboration des VTR suit une approche très structurée et exigeante qui comprend les étapes suivantes :

- recenser et analyser les données de toxicité disponibles, sur la base d'études épidémiologiques et/ou expérimentales,
- identifier le ou les organes cibles et l'effet critique,
- identifier l'hypothèse de construction, à seuil ou sans seuil de dose, en fonction du mode d'action de la substance,
- choisir une (ou plusieurs) étude clé de bonne qualité scientifique permettant généralement d'établir une relation dose-réponse (ou dose-effet),
- définir une dose critique chez l'Homme ou l'animal à partir de cette étude, éventuellement dans le cas d'une dose critique obtenue chez l'animal, ajuster cette dose à l'Homme,
- pour une VTR à seuil (effets non cancérogènes), appliquer des facteurs d'incertitude à cette dose critique de manière à dériver une VTR applicable à l'ensemble de la population,

Effets non cancérogènes

Pour les effets non cancérogènes, les VTR sont généralement établies à partir de la NOAEL (No Observed Adverse Effect Level ou dose sans effet adverse observé). Les NOAEL correspondent au plus fort niveau d'exposition n'ayant pas provoqué d'effet observable. Un facteur de sécurité est ensuite appliqué à cette dose pour tenir compte d'incertitudes liées à la variabilité intra- et interspèces ou, le cas échéant, à l'inadéquation des données (voie d'exposition, durée d'étude) ou à des insuffisances méthodologiques. Ainsi sont établies des doses de référence. Dans le cas des expositions par voie respiratoire, il s'agit de la concentration atmosphérique admissible, c'est-à-dire de la concentration maximale théorique d'agent toxique à laquelle un individu, issu d'un groupe sensible ou non, peut être exposé sans que cela provoque d'effet nuisible sur sa santé. En dessous de cette dose, le risque est considéré comme nul.

Lorsque plusieurs VTR sont disponibles pour une même substance, la valeur la plus protectrice pour la santé des populations sera retenue. Cette règle de sélection sera appliquée de façon cohérente pour chacune des substances et chaque durée d'exposition.

ANNEXE V: SYNTHÈSE DES VTR CHRONIQUES À SEUIL

Afin de faciliter la lecture du document, nous présenterons successivement pour chaque COV rencontré dans l'école Faucher ne disposant d'une valeur guide en air intérieur, les VTR chroniques par voie respiratoire sous forme de tableaux de synthèse.

Dans ce tableau de synthèse, les VTR sont accompagnées de l'organe cible ou des effets indésirables associés à l'exposition à chacune des substances. L'origine des études ayant permis d'élaborer ces indices toxicologiques est également précisée (études humaines ou expérimentations animales). Le facteur incertitude retenu par chaque instance dans l'élaboration de la VTR est également présenté ; il témoigne des variations inter-espèces et/ou interindividuelles, des variations entre les conditions expérimentales et les conditions réelles

d'exposition... De par leur mode de construction (le plus souvent par extrapolation linéaire des doses expérimentales vers les doses faibles), les VTR pour les effets cancérogènes sont établies sans prise en compte de facteur d'incertitude (source : Hiérarchisation sanitaire des paramètres mesurés dans les bâtiments par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur - Luc Mosqueron, Vincent Nedellec - Novembre 2002)

Lorsque plusieurs instances proposent une VTR chronique pour un même COV, nous choisissons la VTR la plus contraignante. Pour trouver ces VTR, nous avons interrogé pour chaque COV la base ITER "International Toxicity Estimates for Risk Assessment"

Valeurs toxicologiques de référence ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) avec seuil pour une exposition chronique par inhalation

| | US-EPA | | | OMS | | | ATSDR | | | RIVM | | |
|-----------------------|--------|----------------------------|-----|-----|----------------|-----|-------|---|-----|------|--------------------------|------|
| | VTR | Effet | FI | VTR | Effet | FI | VTR | Effet | FI | VTR | Effet | FI |
| Toluène | 5000 | Neurologique (humain) | 10 | | | | 300 | Vision (humain) | 100 | 400 | Neurologique (homme) | 300 |
| Ethylbenzène | 1000 | Développement (rat, lapin) | 300 | | | | 260 | Rein (rat) | 300 | 770 | Foie, rein (rat, souris) | 100 |
| Xylènes | 100 | Coordination (rat) | 300 | | | | 200 | respiratoire neurologique (homme) | 300 | 870 | Développement (rat) | 1000 |
| acétone | | | | | | | 5370 | Effets neurologiques (troubles visuels) (homme) | 100 | | | |
| Dichlorométhane | 600 | Foie | | | | | 85 | Foie | | | | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 5000 | Foie | 100 | | | | | | | | | |
| Styrène | 1000 | Neurologique (homme) | 30 | 260 | Vision (homme) | 420 | 870 | Neurologique (homme) | 30 | 900 | Neurologique (homme) | 30 |
| n-propylbenzène | | | | | | | | | | | | |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

ANNEXE VIII : COMPARAISON DES VTR CHRONIQUES À SEUIL AVEC LES CONCENTRATIONS RENCONTRÉES DANS L'ÉCOLE FAUCHER

Les VTR fixées pour une exposition chronique sont nettement plus élevées que celles mesurées dans les salles de classe de l'école Faucher. Les risques d'effet

sur la santé pour les enfants fréquentant l'école Daniel Faucher et exposés à ces COV peuvent donc être considérés comme nuls.

| Comparaison des VTR chroniques à seuil avec les concentrations rencontrées dans l'école Faucher | | | | | | | |
|---|-----------|------------------------------------|--------------------------|-----|---------|-----------------|-------------------|
| | Organisme | VTR (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Effet | FI | Dortoir | Salle de classe | Salle polyvalente |
| Toluène | ATSDR | 300 | Vision (humain) | 100 | 70.6 | 47.3 | 170.1 |
| Ethylbenzène | ATSDR | 260 | Rein (rat) | 300 | 1.5 | 1.5 | 2.1 |
| Xylènes | US - EPA | 100 | Coordination (rat) | 300 | 2.2 | 2.1 | 3.2 |
| Acétone | ATSDR | 5370 | troubles visuels (homme) | 100 | 2.9 | 2.9 | 4.5 |
| Dichlorométhane | ATSDR | 85 | Foie | ? | 11.1 | 2.9 | 1.7 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | US - EPA | 5000 | Foie | 100 | 2.8 | 0.5 | 1.9 |
| Styrène | OMS | 260 | Vision (homme) | 420 | 3.7 | 4.2 | <0.4 |
| n-propylbenzène | | | | | 0.9 | 1.1 | <0.5 |

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

Surveillance de la qualité de l'air en Midi-Pyrénées

24 heures/24 • 7 jours/7

• • prévisions • •

• • mesures • •



L'information
sur la qualité de l'air
en Midi-Pyrénées :
www.oramip.org



ORAMIP
OBSERVATOIRE RÉGIONAL
DE L'AIR EN MIDI-PYRÉNÉES
Atmo Midi-Pyrénées