

## Evaluation de la **Qualité de l'air** intérieur dans des bureaux de l'hôtel de ville à Fameck

Janvier 2012

*Air Lorraine assure la surveillance de la qualité de l'air pour la région Lorraine. Grâce aux 50 stations fixes installées sur le territoire d'agrément de l'association, la concentration des principaux polluants réglementés est suivie en continu. Cependant, la qualité de l'air que nous respirons à l'intérieur est moins bien connue alors que chaque personne passe, en moyenne, 85% de son temps dans un espace clos. Dans ce cadre, Air Lorraine réalise des campagnes de mesures dans différents types de bâtiments afin d'effectuer un suivi de la qualité de l'air intérieur de ces espaces et d'alimenter une base de connaissances régionale dans ce domaine.*

### Contexte et objectif

En partenariat avec la ville de Fameck, Air Lorraine a réalisé un suivi de la qualité de l'air intérieur dans deux bureaux ayant fait l'objet de travaux récents et présentant des odeurs jugées gênantes par les occupants. Ces mesures avaient pour objectif de caractériser quantitativement et qualitativement la présence de certains composés organiques volatils (COV) dont les polluants réglementés afin d'identifier les sources potentielles de gênes ressenties et de comparer, de façon indicative, les résultats obtenus à la réglementation en vigueur.

Ainsi, Air Lorraine a réalisé, du 12 au 16 décembre 2011, dans deux bureaux de l'hôtel de ville, des mesures passives afin de déterminer les teneurs en différents composés organiques volatils dont le benzène et de formaldéhyde. Ces deux substances, jugées prioritaires par la communauté scientifique, sont réglementées, ce qui permettra de comparer, de manière indicative, les résultats obtenus aux valeurs guides d'exposition à long terme en air intérieur. En complément, une mesure par canister a permis de déterminer un panel plus important de composés organiques volatils. Enfin, des mesures de paramètres de confort (température et humidité relative) ont également été effectuées



## Descriptif du bâti

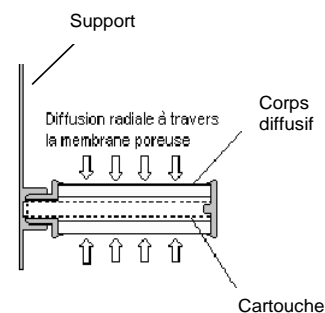
La mairie de Fameck est située dans un secteur urbain avec au nord une zone industrielle, principalement sidérurgique, dans un rayon de 3 kilomètres. L'autoroute A30, à fort trafic, est également située à environ 1 kilomètre de la mairie. L'hôtel de ville de Fameck est composé d'un seul bâtiment constitué de deux ailes distinctes. L'énergie principale est le gaz. Aucun chauffage d'appoint n'est utilisé en hiver. Les bureaux concernés sont situés dans l'aile sud au premier étage, et sont exposés à l'ouest. Il n'existe pas de système de ventilation mécanique contrôlée à l'intérieur du bâtiment. La ventilation des bureaux se fait par ouverture des fenêtres.

Certains bureaux de l'hôtel de ville, dont les deux bureaux concernés par l'étude, ont fait l'objet d'une rénovation en début d'année 2011. Ils ont notamment été repeints (peinture en phase aqueuse pour les murs et le plafond, peinture en phase solvant pour les radiateurs), le mobilier a été changé ainsi que le revêtement du sol.

## Les moyens mis en œuvre

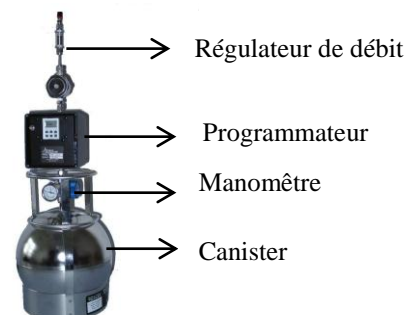
Les concentrations en composés organiques volatils dont le formaldéhyde et le benzène ont été déterminées par l'intermédiaire de tubes passifs. Les tubes passifs de type « Radiello » sont constitués de 2 tubes cylindriques concentriques : un tube externe, le corps diffusif, fait office de filtre en arrêtant les poussières et un tube interne, la cartouche, contient le réactif spécifique au composé à absorber. La quantité de molécules piégée dans la cartouche est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement.

Dans la pièce à investiguer, on suspend le tube passif à l'horizontal à une hauteur de 2 mètres environ et ceci pour une durée de 4,5 jours.



Pendant le prélèvement, les polluants gazeux traversent le corps diffusif jusqu'à la zone de piégeage formée par la cartouche absorbante. Après exposition, la cartouche est placée dans un tube verre et envoyée à un laboratoire d'analyse. L'analyse est alors réalisée par désorption thermique suivie d'une chromatographie en phase gazeuse pour le benzène et d'une désorption chimique suivie d'une chromatographie liquide haute performance et d'une détection par absorption UV pour les aldéhydes. La concentration moyenne est obtenue sur 4,5 jours pour chaque composé.

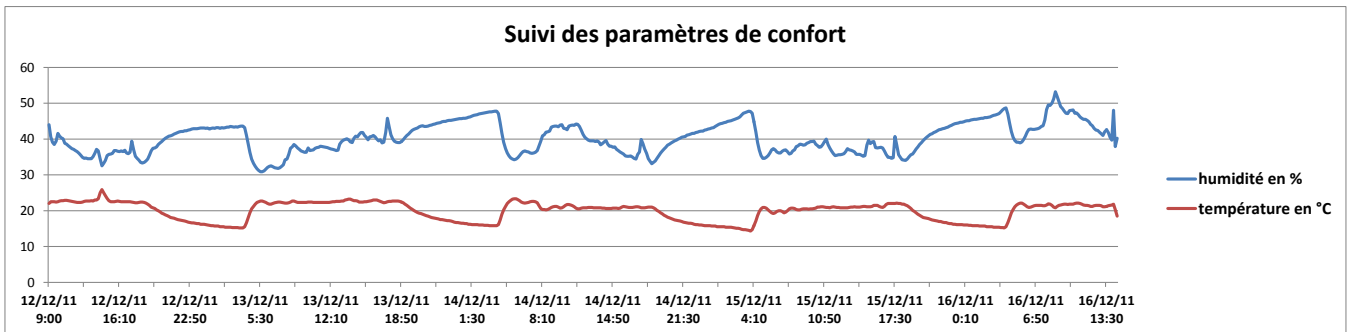
L'utilisation de canister a permis de déterminer une quarantaine de COV. Le système de prélèvement est constitué d'un canister mis en dépression, d'un manomètre pour le contrôle de la pression dans le canister, d'une électrovanne permettant de programmer le prélèvement et d'un système pour la régulation du débit. L'ensemble du dispositif est placé dans la pièce à investiguer, le prélèvement ayant lieu sur 24 heures. Une fois le prélèvement effectué, l'analyse est réalisée par désorption suivie d'une chromatographie. La concentration sur 24 heures d'une quarantaine de COV est alors obtenue.



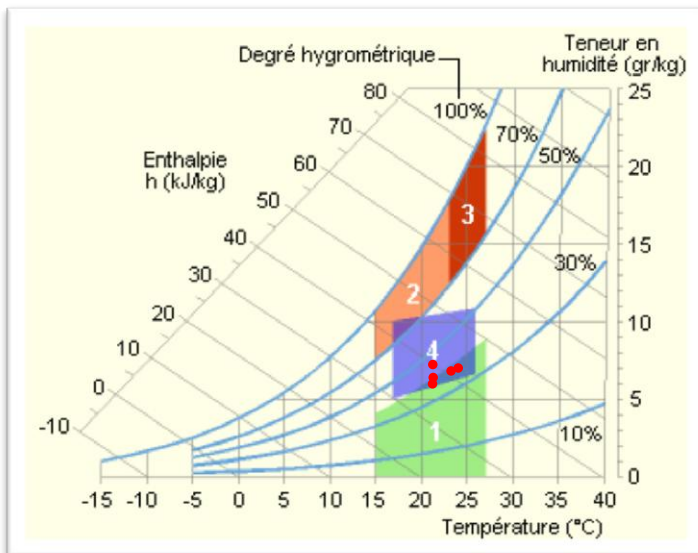
L'utilisation de sondes de température et l'humidité relative a permis de connaître l'évolution de ces paramètres toutes les 10 minutes. Ces données sont également nécessaires aux calculs des concentrations des COV prélevés par tubes passifs.

## Le suivi des paramètres de confort

L'humidité et la température ont été mesurées dans l'un des deux bureaux du 12 au 16 décembre 2012.



Selon l'POQAI (Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur) le taux optimal d'humidité relative dans l'air d'un logement se situe entre 40 et 70 %, pour une température s'élevant entre 18° et 22° C. Les mesures de température relevées dans le bureau varient de 14,3 °C (la nuit en l'absence d'occupant) à 25,9 °C pour l'après-midi du 12 décembre. Cette dernière valeur est supérieure aux préconisations de l'POQAI. Par ailleurs, l'humidité relative varie de 31 à 60 %. C'est en journée que les valeurs les plus basses sont mesurées. Une plage de confort hygrothermique peut être définie grâce au diagramme suivant (extrait de l'article de R. Fauconnier "L'action de l'humidité de l'air sur la santé dans les bâtiments tertiaires" paru dans le numéro 10/1992 de la revue Chauffage Ventilation Conditionnement) :



Pour chaque journée, les données de température et d'humidité ont été moyennées pour les plages horaires correspondant à une occupation du bureau et reportées sur le diagramme (points rouges). Nous pouvons observer que l'ensemble des points se trouvent dans la zone 4 qui correspond au polygone de confort hydrométrique avec pour quatre journées un chevauchement avec la zone 1 (zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse). Si l'on considère, l'ensemble des données de mesure pendant la plage d'occupation du bureau, il apparaît que pendant 10 % du temps, on se situe dans la zone 1 correspondant à un air sec.

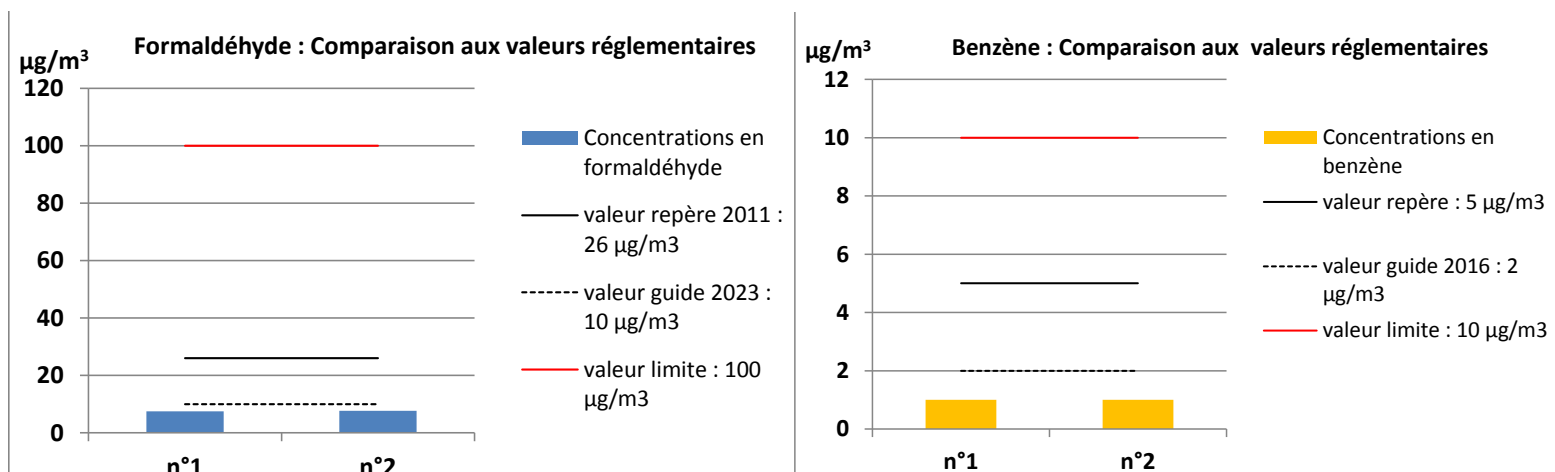
- 1 : Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
- 2 et 3 : Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de micro-champignons.
- 3 : Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens
- 4 : Polygone de confort hygrothermique

## Principaux résultats vis-à-vis des objectifs réglementaires

Les mesures par tubes passifs ont permis de déterminer les teneurs en différents composés organiques volatils dont le benzène et le formaldéhyde pour la période du 12 au 16 décembre 2011. Ces deux substances sont jugées prioritaires en air intérieur par la communauté scientifique de par leur classement comme cancérigène avéré par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). La réglementation dont le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011, fixe désormais les valeurs limites à ne pas dépasser dans un espace clos pour ces deux polluants ainsi que les différentes valeurs guides d'exposition à long terme qui rentreront progressivement en vigueur à partir de 2013. Ces valeurs sont basées sur celles initialement définies par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET), en partenariat avec le Conseil Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) en 2007-2008, dont les valeurs repères servent actuellement de référence.

Synthèse des différentes valeurs réglementaires				
	<i>Valeur guide pour une exposition long terme</i>		<i>Valeur repère 2011</i>	<i>Valeur limite</i>
<b>Benzène</b>	2 µg/m <sup>3</sup> à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2016	5 µg/m <sup>3</sup> à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2013	5 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
<b>Formaldéhyde</b>	10 µg/m <sup>3</sup> à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2023	30 µg/m <sup>3</sup> à compter du 1 <sup>er</sup> janvier 2015	26 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>

Les valeurs guides pour l'air intérieur désignent un niveau de concentration de polluants de l'air intérieur, déterminé pour un espace donné à atteindre à long terme pour protéger la santé des personnes. La valeur repère est la valeur en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée à l'heure actuelle. Enfin, la valeur limite désigne la valeur au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées afin d'identifier et de neutraliser les sources dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur repère.



Les concentrations en formaldéhyde sont similaires dans les deux bureaux (7,5 et 7,7 µg/m<sup>3</sup>) et inférieures aux différentes valeurs réglementaires dont les valeurs guides d'exposition à long terme. Il en est de même pour le benzène dont la concentration s'élève à 1 µg/m<sup>3</sup> pour les deux bureaux. Pour cette campagne hivernale, les résultats obtenus respectent donc les différents objectifs réglementaires définis en air intérieur. Ces deux polluants présentent une variabilité en fonction des saisons, les teneurs en formaldéhyde étant par exemple généralement plus élevées en été. Afin de rapporter ces résultats sur une année, une seconde campagne en période estivale devrait être réalisée.

### Résultats complémentaires par tubes passifs

En plus du benzène et du formaldéhyde, les mesures par tubes passifs ont permis de déterminer les concentrations d'autres composés organiques volatils. Peu de données étant disponibles pour des mesures en air intérieur dans des bureaux, ces résultats ont été comparés aux moyennes obtenues lors d'une campagne de mesures effectuée par Air Lorraine à la même période dans des bureaux neufs. Les valeurs obtenues lors de la vaste campagne logement réalisée en 2004/2005 par l'OOQAI, afin d'obtenir une image représentative de la qualité de l'air à l'intérieur des logements français, sont également proposées en tant que point de comparaison.

	Moyenne bureaux Fameck ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Moyenne bureaux neufs ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane Campagne logement OQAI
<b>Hydrocarbures</b>			
Benzène	1,0	0,9	2,1
Toluène	1,6	2,1	12,2
Ethylbenzène	0,4	2,0	2,3
M/p xylènes	1,0	6,8	5,6
O-xylènes	0,5	7,4	2,3
<b>Aldéhydes</b>			
Acétaldéhyde	3,9	3,7	11,6
Formaldéhyde	7,5	9,4	19,5
Butyraldéhyde	5,2	6,8	-
Valéraldéhyde	2,7	2,6	-
Propionaldéhyde	1,4	1,4	-

En ce qui concerne, les COV de la famille des hydrocarbures, hormis pour le benzène, les concentrations obtenues dans les bureaux de l'hôtel de ville de Fameck sont plus faibles que ceux observés dans les bureaux neufs et lors de la campagne sur les logements. Pour les aldéhydes, les valeurs sont globalement similaires à celles obtenues dans des bureaux neufs et inférieures à celles de la campagne sur les logements. Les valeurs relevées pour l'ensemble de ces composés dans les bureaux de Fameck sont faibles et inférieures à celles que l'on peut rencontrer dans les logements français.

### Mesure complémentaire par canister

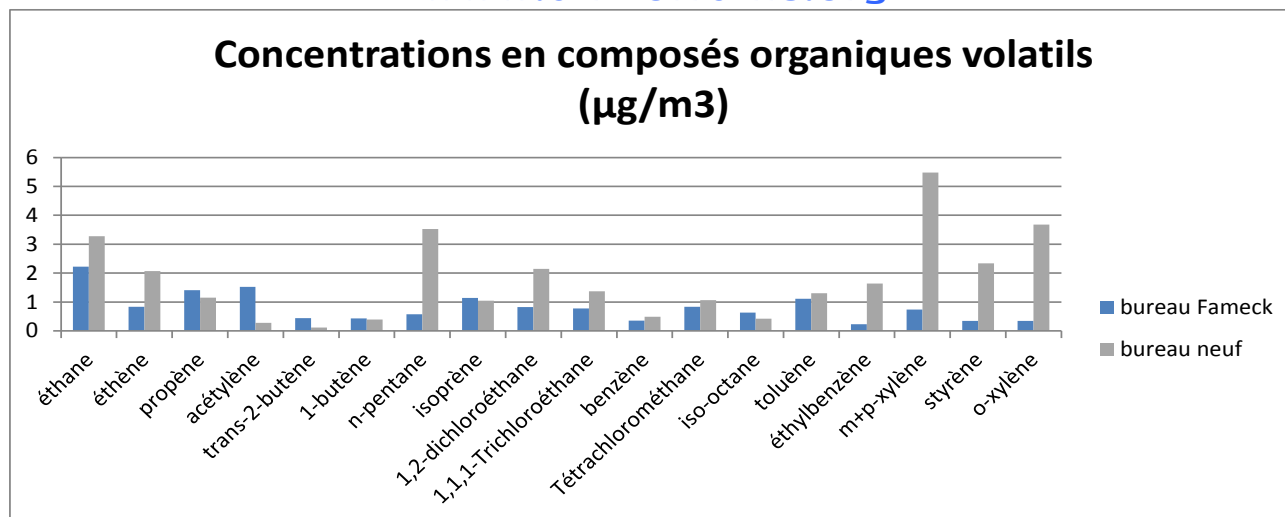
Une mesure par canister a été également réalisée dans un des bureaux de l'hôtel de ville de Fameck pour la période du 13 au 14 décembre 2011. Ce dispositif permet de déterminer la teneur d'une quarantaine de composés organiques volatils sur une période de 24 heures. La majorité des composés organiques volatils mesurés ont présenté des concentrations faibles et inférieures à  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Trois composés apparaissent cependant en quantité élevée : il s'agit du n-butane, de l'iso-butane et du n-propane appartenant à la famille des alcanes et dont les concentrations sont détaillées ci-dessous et comparées à celles mesurées dans un bureau nouvellement construit ainsi qu'aux données réglementaires existantes.

	Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Bureau de Fameck	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Bureau neuf	Valeur Moyenne d'Exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
n-butane	698,3	1,8	1 900 000 (France)
iso-butane	246,9	2,8	Non réglementé
n-propane	162,9	3,6	1 800 000 (Belgique et Finlande)

Les valeurs mesurées pour le n-butane et le n-propane dans le bureau sont inférieures aux valeurs moyennes d'exposition destinées à protéger les travailleurs des effets à terme mesurés sur la durée d'un poste de travail sur une durée de 8 heures. Selon le centre antipoison de Nancy, les taux mesurés sont a priori non toxiques car éloignés des doses limites d'exposition mais le lien entre ces valeurs et les gênes observées dans les bureaux ne peut pas totalement être exclu (cf : courrier du centre antipoison en annexe).

L'utilisation de peinture en phase solvant à l'intérieur d'une pièce peut engendrer la présence de certains alcanes en quantité importante. L'utilisation récente de ce type de peinture pour repeindre les radiateurs des bureaux concernés pourrait expliquer les concentrations mesurées.

En ce qui concerne, les mesures des autres composés organiques volatils obtenus par le canister, les teneurs ont également été comparées à celles d'un bureau neuf et sont présentées ci-dessous. Sur la quarantaine de COV mesurés (hormis les alcanes évoqués ci-dessus), certains n'ont pas été détectés. Seuls les COV dont la concentration était supérieure à  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont présentés ci-après.



Pour la majorité des composés organiques volatils, les teneurs mesurées sont majoritairement inférieures à celles du bureau neuf.

## Conclusion et perspectives

La campagne de mesure réalisée dans deux bureaux de l'hôtel de ville de Fameck a mis en évidence plusieurs éléments :

- Une humidité dans les bureaux parfois assez basse, conjuguée à une température élevée peut ponctuellement provoquer une sensation d'inconfort pour les usagers des bureaux.
- Les niveaux de formaldéhyde et de benzène mesurés par tubes passifs sont faibles et respectent les différentes valeurs réglementées en air intérieur.
- Le prélèvement par canister a mis en évidence la présence en quantité importante de certains alcanes (n-butane, isobutane, propane) probablement liée à l'utilisation de peintures en phase solvant. Les concentrations mesurées sont inférieures aux valeurs moyennes d'exposition destinées à protéger les travailleurs définies en Europe. Les niveaux de ces composés devraient s'atténuer au fil du temps notamment si l'aération des bureaux est réalisée régulièrement. Il est cependant conseillé de veiller à ce que l'air ambiant soit suffisamment renouvelé afin de permettre une diminution des concentrations de ces composés organiques volatils.

Au vu de l'ensemble de ces résultats, il est donc conseillé :

- de veiller à ce que l'air ambiant soit suffisamment renouvelé afin de permettre une diminution des concentrations de ces composés organiques volatils.
- de réaliser une mesure du confinement dans les bureaux concernés afin d'avoir la garantie d'un bon renouvellement d'air.

A terme, un prélèvement par canister pourrait également être réalisé dans quelques mois afin de vérifier que les teneurs des alcanes mesurés baissent au fil du temps.

### Air Lorraine

Pôle de Metz : 20 rue Pierre-Simon de Laplace – Technopole Metz – 57070 Metz / Tél. 03.87.74.56.04

Pôle de Nancy : 20 allée de Longchamp – 54600 Villers-Lès-Nancy / Tél : 03.83.44.38.89

Mail : [contact@air-lorraine.org](mailto:contact@air-lorraine.org)

Rédacteur : Bérénice Jenneson

Vérificateur : Emmanuel Jantzen

Approbateur : Jean-Pierre Schmitt

*Le rapport de synthèse peut faire l'objet d'une modification ultérieure. Dans ce cas, la dernière version sera mise en ligne sur le site [www.atmolor.org](http://www.atmolor.org)*