



# Mesure du formaldéhyde dans l'air intérieur

## des écoles maternelles et des crèches en Rhône-Alpes

*Rapport de synthèse*

Janvier 2009

- ▶ Mesure des concentrations dans l'air intérieur
- ▶ Evaluation des expositions et des risques pour la santé
- ▶ Conclusions et recommandations



**Cette étude a été pilotée et financée par la DRASS et les DDASS de Rhône-Alpes.**

**Les mesures ont été réalisées par les associations de surveillance de la qualité de l'air de Rhône-Alpes.**

**L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée par la CIRE Rhône-Alpes.**

Rapport complet sur les mesures disponible sur [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org), à la rubrique Publications/ ATMO Rhône-Alpes/Etudes

Rapport de synthèse sur l'étude disponible sur <http://www.rhone-alpes.sante.gouv.fr/>, à la rubrique « Santé-Environnement », paragraphe « Air Intérieur »



Madame, Monsieur,

En 2006, la DRASS et les DDASS de Rhône-Alpes, en partenariat avec les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) de la région, ont lancé une étude sur la présence d'aldéhydes dans l'air intérieur d'une cinquantaine de crèches et écoles maternelles de la région. L'objectif principal était d'améliorer les connaissances sur la présence des aldéhydes dans l'air intérieur (quels aldéhydes, quelles quantités...). La Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE), avec l'appui de l'Institut de veille sanitaire (InVS), a procédé à une évaluation des risques sanitaires à partir des résultats des campagnes de mesure. Cette étude a été réalisée avec le concours de la Direction générale de la santé (DGS) et de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI).

La réalisation de quatre campagnes d'analyses réparties sur une année, dans les mêmes salles de chaque établissement, a montré qu'un aldéhyde était particulièrement présent : le formaldéhyde.

Globalement, les niveaux observés en période estivale sont supérieurs à ceux observés en période hivernale et les écoles maternelles affichent des concentrations en formaldéhyde supérieures à celles des crèches. Les valeurs mesurées sont du même ordre de grandeur que celles des logements et huit fois supérieures à celles observées à l'extérieur.

Environ 90% des salles présentent des concentrations moyennes annuelles de formaldéhyde qui dépassent la valeur guide en air intérieur proposée par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) pour une exposition à long terme ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

L'évaluation des risques sanitaires réalisée par la CIRE a abouti aux conclusions suivantes :

- la fréquentation des écoles maternelles et crèches, même pour les concentrations en formaldéhyde dans l'air mesurées les plus fortes, n'induit pas à elle seule de risque pour la santé des enfants ;
- l'exposition globale, calculée en prenant en compte les expositions des enfants au formaldéhyde dans leurs différents lieux de vie (crèche, école, logement, extérieur) est supérieure au seuil de toxicité et peut donc présenter des risques pour leur santé (notamment d'irritations oculaires et des voies respiratoires). L'exposition dans les logements contribue majoritairement à l'exposition globale.

Les solutions existantes pour réduire l'exposition sont simples, sachant qu'à l'heure actuelle il n'existe pas de réelles possibilités d'action sur les sources : il faut renouveler régulièrement l'air des pièces, pour éviter l'accumulation des polluants de l'air intérieur, en ayant un dispositif de ventilation efficace (VMC entretenue et contrôlée notamment) et en aérant régulièrement.

Les DDASS et la DRASS de Rhône-Alpes se sont engagées à assister les collectivités qui entreprendraient des actions pour améliorer la qualité de l'air intérieur de leurs bâtiments. Les actions d'information auprès des personnels des inspections d'académie de la région sont en cours.

Je tiens à remercier les mairies ayant accepté de participer à l'étude ainsi que tout le personnel des établissements participants, pour leur accueil et le remplissage des questionnaires nécessaires à l'interprétation des mesures.

Je remercie également les institutions ayant accepté de participer au comité de pilotage de l'étude : la Direction Générale de la Santé représentée par Nathalie Tchilian, l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur représenté par Martine Ramel de l'INERIS, ainsi que l'Institut de Veille Sanitaire représenté par Frédéric Dor, pour leur apport dans la réalisation de ce travail.

Le Directeur régional des affaires sanitaires et sociales  
P. Alegoët



## COORDONNÉES

***Pour toute demande de renseignement relatif à cette étude, adressez-vous prioritairement à la DRASS Rhône-Alpes.***

**DRASS Rhône-Alpes** (Direction régionale des affaires sanitaires et sociales)

Service Santé-Environnement

107 rue Servient

69 418 LYON CEDEX 03

Tel : 04 72 34 74 52 - Fax : 04 78 95 18 77 - mèl : dr69-sante-environnement@sante.gouv.fr

**CIRE Rhône-Alpes** (Cellule interrégionale d'épidémiologie)

DRASS Rhône-Alpes

107 rue Servient

69 418 LYON CEDEX 03

Tel : 04 72 34 31 15 - Fax : 04 78 60 88 67 - mèl : DR69-CIREI@sante.gouv.fr

**Associations de surveillance de la qualité de l'air de Rhône-Alpes (AASQA)**

AIR-APS (L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie)

430, rue de la belle eau ZI des Landiers Nord 73000 CHAMBÉRY

Tél. : 04 79 69 05 43 - Fax : 04 79 62 64 59 - mèl : air-aps@atmo-rhonealpes.org

AMPASEL (Association de Mesures de la Pollution Atmosphérique de Saint-Étienne et du Département de la Loire)

2, rue Chanoine Ploton 42000 SAINT ÉTIENNE

Tél. : 04 77 91 18 80 - Fax : 04 77 91 18 84 - mèl : contact@atmo-rhonealpes.org

ASCOPARG (Association pour la Contrôle et la Prévention de l'Air dans la Région Grenobloise)

44 avenue Marcelin Berthelot 38100 GRENOBLE

Tél. : 04 38 49 92 20 - Fax : 04 38 49 08 80 - mèl : contact@atmo-rhonealpes.org

ATMO Drôme Ardèche (Association pour la surveillance de la qualité de l'Air en Drôme et Ardèche)

80 avenue Victor Hugo 26000 VALENCE

Tél. : 04 75 41 36 36 - Fax : 04 75 40 77 65 - mèl : contact@atmo-rhonealpes.org

COPARLY (Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région Lyonnaise)

3, allée des Sorbiers 69500 BRON

Tél. : 04 72 14 54 20 - Fax : 04 72 14 54 21 - mèl : contact@atmo-rhonealpes.org

SUP'Air (Association de Surveillance de la Pollution de l'Air du Nord-Isère)

22 rue Avit Nicolas – BP 345 – 38150 SALAISE-SUR-SANNE

Tél. : 04 74 86 67 80 - Fax : 04 38 49 08 80 - mèl : contact@atmo-rhonealpes.org



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>PARTIE 1 : CONTEXTE DE L'ÉTUDE</b> .....	<b>5</b>
1. LES ALDEHYDES .....	5
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE .....	5
3. REALISATION DE L'ÉTUDE.....	5
<b>PARTIE 2 : MESURE DES CONCENTRATIONS DE FORMALDÉHYDE DANS L'AIR INTÉRIEUR ..</b>	<b>6</b>
1. MATÉRIELS ET MÉTHODE.....	7
2. RESULTATS.....	8
2.2. <i>Etat des lieux</i> .....	8
2.3. <i>Les concentrations de formaldéhyde sont elles-plus élevées qu'ailleurs ?</i> .....	9
2.4. <i>Comment se situent les concentrations de formaldéhyde par rapport aux valeurs guides de qualité de l'air intérieur ?</i> .....	9
2.5. <i>Quels sont les facteurs influençant les concentrations de formaldéhyde ?</i> .....	10
3. CONCLUSIONS.....	11
<b>PARTIE 3 : ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ET DES RISQUES POUR LA SANTÉ.....</b>	<b>12</b>
1. INTRODUCTION .....	12
2. ÉVALUATION DES EXPOSITIONS AU FORMALDÉHYDE DES ENFANTS DE 0 A 5 ANS .....	12
2.1. <i>Concentrations de formaldéhyde dans l'air des différents lieux de vie</i> .....	12
2.2. <i>Temps passé dans les différents lieux de vie</i> .....	13
2.3. <i>Estimation des expositions dans les différents lieux de vie</i> .....	14
3. CONNAISSANCES SUR LA TOXICITÉ DU FORMALDÉHYDE .....	15
3.1. <i>Toxicité du formaldéhyde</i> .....	15
3.2. <i>Relations dose-effet</i> .....	15
4. CARACTÉRISATION DES RISQUES SANITAIRES.....	16
5. DISCUSSION ET CONCLUSION .....	17
5.1. <i>Discussion</i> .....	17
5.2. <i>Conclusion</i> .....	17
<b>PARTIE 4 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>17</b>
1. CONCLUSIONS.....	18
2. RECOMMANDATIONS.....	19
2.1. <i>Action sur les sources</i> .....	19
2.2. <i>Action sur l'aération des pièces</i> .....	19
2.3. <i>Action d'information</i> .....	20
2.4. <i>Action d'accompagnement des collectivités</i> .....	20

## Liste des acronymes



# INTRODUCTION

La pollution de l'air intérieur a pour origine :

- des polluants chimiques émis par les appareils ménagers, les matériaux de construction et d'ameublement, les produits d'entretien, la fumée de cigarette...
- des polluants biologiques émis par les animaux de compagnie, les acariens, les moisissures...

mais aussi des polluants venant de l'air extérieur (trafic automobile notamment).

Alors que la surveillance de l'air extérieur est organisée depuis de nombreuses années, les connaissances sur la pollution de l'air intérieur (dans les logements, les bâtiments publics...) sont plus restreintes. Or, une personne passe en moyenne 80 à 90% de son temps dans des environnements clos, elle est donc largement exposée aux polluants de l'air intérieur. Certains polluants se trouvent même en plus grande quantité à l'intérieur qu'à l'extérieur. C'est notamment le cas des aldéhydes, famille de composés chimiques dont le plus connu est le formaldéhyde.

Compte tenu de cette situation, la DRASS et les DDASS de Rhône-Alpes, en partenariat avec les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) de la région, ont lancé une étude sur les concentrations en aldéhydes dans l'air intérieur des locaux accueillant de jeunes enfants. A partir des mesures réalisées, les risques pour la santé des enfants, associés à leurs expositions au formaldéhyde (dont la toxicité est relativement bien connue), ont été évalués.

Ce sont les résultats des campagnes de mesure et le travail d'évaluation des risques sanitaires qui sont exposés dans le présent document.



# PARTIE 1 : CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Rédaction : Frédéric Le Louédec, DRASS Rhône-Alpes

## 1. Les aldéhydes

Les aldéhydes appartiennent à la famille des composés organiques volatils. Ils sont présents dans de nombreux produits d'usage commun, en général sous forme liquide. Ils ont la particularité de se volatiliser à température ambiante et se retrouvent ainsi dans l'air intérieur des bâtiments.

Les aldéhydes étant couramment utilisés dans les vernis ou les colles, les sources en air intérieur sont multiples : revêtements des sols, des murs et des plafonds, colles, panneaux de particules de bois, mobilier, mais aussi fumée de cigarette et combustion lors de la cuisson de repas.

Le formaldéhyde est produit également par réaction chimique entre l'ozone et d'autres composés présents dans l'air intérieur.

## 2. Contexte de l'étude

Le Plan National Santé Environnement 2004-2008 (PNSE), qui compte 50 actions destinées à améliorer la santé de la population française en lien avec la qualité de l'environnement, prévoit dans son action n°14 de "mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation". Le Plan Régional Santé Environnement de Rhône-Alpes 2006-2010 (PRSE) est la déclinaison locale du PNSE : il a notamment repris en intégralité la fiche action n°29 du PNSE qui demande à "veiller à la qualité des bâtiments accueillant des enfants".

Dans le cadre de la déclinaison régionale de ces deux actions, la Direction régionale des affaires sanitaires et sociales (DRASS) de Rhône-Alpes a sollicité :

- les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) de Rhône-Alpes, pour réaliser une étude des concentrations en aldéhydes sur un échantillon de 50 crèches et écoles maternelles de la région ;
- et la Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE) de Rhône-Alpes, pour connaître le risque sanitaire associé aux expositions au formaldéhyde dans ces établissements.

## 3. Réalisation de l'étude

Les objectifs de l'étude étaient :

- de réaliser un état des lieux préliminaire des concentrations en aldéhydes dans l'air intérieur des bâtiments accueillant des enfants ;
- d'évaluer les risques pour la santé des enfants liés à l'exposition au formaldéhyde ;
- d'émettre des recommandations et de proposer des mesures d'accompagnement pour réduire les concentrations dans les établissements les plus touchés.

Les enfants en bas âge (jusqu'à 6 ans), sont classiquement considérés comme une population sensible aux expositions environnementales : ils n'ont pas terminé leur développement et mettent en place de nombreuses fonctions biologiques. Toute altération de ce processus de construction peut avoir des répercussions sur la santé de l'individu, même arrivé à l'âge adulte. L'étude a pris en compte cette population, et les mesures de qualité de l'air intérieur ont donc été réalisées dans des salles de crèches ou d'écoles maternelles.



Il n'a pas été réalisé de mesures de l'air intérieur des logements dans la région notamment parce que l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) menait déjà une étude nationale sur les logements.

Les bâtiments enquêtés ont été sélectionnés selon plusieurs critères :

- ils devaient être assez nombreux pour qu'une exploitation statistique des données puisse être réalisée : les mesures ont été faites dans 3 salles de 50 établissements ;
- les établissements ont été choisis au hasard dans la principale agglomération de chaque département. Les bâtiments étaient ainsi relativement regroupés, limitant les temps de déplacement. Les campagnes de mesures ont donc pu être réalisées simultanément dans tous les établissements de la région.

Ainsi, le nombre de bâtiments enquêtés a permis d'avoir des données statistiquement valides, le nombre de salles par établissement a permis d'estimer la qualité générale de l'air des salles du bâtiment, et les mesures étant simultanées, l'influence de la météorologie a été prise en compte de façon plus aisée.

D'un point de vue analytique, les concentrations de sept aldéhydes ont été recherchées au cours de ces campagnes de mesures. Seuls les résultats pour le formaldéhyde sont exposés dans ce rapport : en effet, il s'agit du composé présentant à la fois les plus fortes concentrations et pour lequel les connaissances toxicologiques sont les plus solides. Il peut donc être considéré comme un traceur de risque.



**Carte 1 : Agglomérations et nombre d'établissements concernés par les campagnes de mesures**

Fond de carte réalisé à partir des données numériques de la BD CARTO®  
IGN-Paris-Autorisation n°50-7551.  
Reproduction interdite  
Origine données altimétriques : Géosys France



# PARTIE 2 : MESURE DES CONCENTRATIONS DE FORMALDÉHYDE DANS L'AIR INTÉRIEUR

Rédaction : AASQA Rhône-Alpes

## 1. Matériels et méthode

Au total, 28 écoles maternelles et 22 crèches ont été sélectionnées, avec l'accord des municipalités concernées, et ont fait l'objet de campagnes de mesures. Elles ont été sélectionnées au hasard dans l'agglomération principale de chaque département de la région, au prorata de la population du département. Ainsi, les établissements sélectionnés étaient au nombre de 14 dans l'agglomération de Lyon, 9 dans l'agglomération de Grenoble, 6 dans celle de Saint-Etienne, 5 à Annecy et Bourg-en-Bresse, 4 à Valence et Chambéry et 3 à Annonay. Dans chaque établissement, trois salles ont fait l'objet de mesures. Dans les écoles maternelles, les salles retenues étaient en priorité des salles de classe. Dans les crèches, des salles d'activité, des dortoirs et des salles de bain ont été sélectionnés.

Afin d'avoir une bonne représentativité des concentrations intérieures sur une année et éventuellement de mettre en évidence des variations saisonnières, quatre périodes de mesures de 4 jours et demi chacune ont été retenues. Cela a permis d'appréhender notamment la variabilité des températures à l'intérieur des locaux, des taux de ventilation et des différentes activités. Pendant chaque période, les mesures ont été réalisées simultanément dans tous les établissements, du lundi matin au vendredi soir, par des tubes à diffusion passive qui piègent les polluants à l'intérieur d'une cartouche absorbante et ont ensuite été analysés en laboratoire. Les résultats obtenus pour chaque salle sont donc des moyennes sur 4 jours et demi, répétées quatre fois sur une année.



Photo 1 : Tube à diffusion passive

©Atmo-Rhônealpes GIE



Photo 2 : Tube à diffusion passive installé dans une salle de classe

©Atmo-Rhônealpes GIE

Afin d'aider à l'interprétation des résultats, des données complémentaires ont été recueillies soit par mesure, soit par questionnaire :

- des mesures en extérieur dans quelques cours d'école ;



- des triplets de tubes pour évaluer la fiabilité de la mesure ;
- des mesures sur les heures de présence des enfants uniquement (8h-17h) couplées à la mesure sur 4 jours et demi dans quelques salles, pour évaluer la représentativité des mesures par rapport aux heures de présence des enfants ;
- des données sur les caractéristiques des bâtiments et les activités pendant les mesures, recueillies par questionnaire.

## 2. Résultats

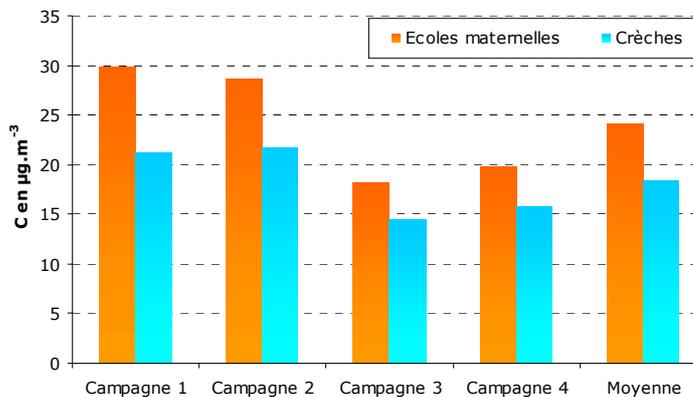
### 2.2. Etat des lieux

Les campagnes de mesures ont été réalisées en juin 2006, octobre 2006, décembre 2006 et mars 2007. La première campagne au mois de juin s'est déroulée pendant une semaine particulièrement chaude : la moyenne de la température ambiante dans les agglomérations de l'étude était de 24,3°C et la température intérieure était élevée dans la plupart des salles (jusqu'à presque 30°C en moyenne sur la semaine). En octobre, la température extérieure était relativement douce pour la saison avec les deux premiers jours de la semaine assez chauds. La campagne de décembre s'est déroulée dans une période logiquement froide pour la saison, en revanche, le mois de mars 2007 était particulièrement doux.

Quelle que soit la campagne, le formaldéhyde était présent dans toutes les salles, avec une concentration moyenne mesurée toutes salles confondues comprise entre 16,6 et 26,0 microgrammes par mètre cube ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) selon la campagne.

La concentration moyenne de formaldéhyde mesurée dans les écoles maternelles était supérieure à celle mesurée dans les crèches, à chaque campagne et en moyenne sur les quatre campagnes (figure 1).

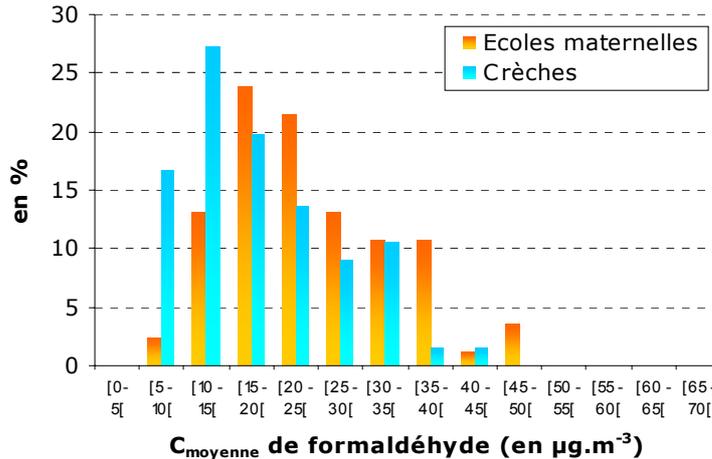
Figure 1. Concentrations moyennes de formaldéhyde à chaque campagne, et en moyenne sur les quatre campagnes.



Dans l'échantillon de 150 salles, les concentrations de formaldéhyde étaient hétérogènes d'une salle à l'autre. En moyenne annuelle, elles variaient entre 7,3 et 49,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (figure 2).



Figure 2. Répartition des concentrations moyennes de formaldéhyde par salle.



### 2.3. Les concentrations de formaldéhyde sont elles-plus élevées qu'ailleurs ?

Dans le cadre de l'étude, des mesures ont été réalisées à l'extérieur dans chaque agglomération, et dans six cours d'établissement (soit quatorze points de mesures au total en air extérieur). En air extérieur, les concentrations moyennes de formaldéhyde étaient inférieures à 5 µg/m<sup>3</sup>. En moyenne, la concentration de formaldéhyde dans l'air intérieur était 8 fois supérieure à la concentration dans l'air extérieur.

Par ailleurs, les concentrations mesurées dans les écoles maternelles et dans les crèches sont comparables aux résultats trouvés dans la bibliographie sur le même type d'établissements<sup>1</sup>.

Enfin, les données obtenues peuvent être comparées aux concentrations mesurées lors de la campagne nationale de mesure de la qualité de l'air dans les logements français<sup>2</sup>. Des mesures de nombreux polluants, dont le formaldéhyde, ont été réalisées dans 567 logements représentatifs du parc français, sur une durée d'une semaine. Les concentrations de formaldéhyde mesurées dans les écoles maternelles sont équivalentes à celles mesurées dans les logements ; en revanche, les concentrations dans les crèches sont inférieures.

### 2.4. Comment se situent les concentrations de formaldéhyde par rapport aux valeurs guides de qualité de l'air intérieur ?

Au niveau national, seules trois substances possèdent des valeurs-guides en air intérieur : le formaldéhyde, le monoxyde de carbone et le benzène<sup>3</sup>. Les valeurs guides de qualité de l'air intérieur ont pour principal objectif de fournir une base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et d'éliminer, ou de réduire, les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être<sup>4</sup>.

Pour le formaldéhyde, deux valeurs guides correspondant respectivement à des expositions à court et à long terme ont été déterminées :

<sup>1</sup> MANDIN C. (2005) Formaldéhyde : état des lieux des techniques analytiques et niveaux de concentration mesurés ASPA (2005) Campagne de mesure du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de petite enfance de la ville de Strasbourg : bilan des niveaux mesurés. Téléchargeable sur <http://www.atmo-alsace.net>

<sup>2</sup> Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Campagne nationale logements : état de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final, novembre 2006. Téléchargeable sur <http://www.air-interieur.org/>.

<sup>3</sup> Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le benzène (mai 2008). <http://www.afsse.fr/index.php?pageid=619&newsid=351&MDLCODE=news>.

<sup>4</sup> Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Valeurs guides de qualité d'air intérieur. Le formaldéhyde (2007). [http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/815908201109553246969584471508/VGAI\\_formaldehyde.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/815908201109553246969584471508/VGAI_formaldehyde.pdf).



- 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 2 heures pour une exposition à court terme ;
- 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour une exposition à long terme.

Ces valeurs guides protègent à la fois des irritations oculaires et nasales et des effets cancérigènes locaux (nasopharynx).

Etant donné la variation temporelle des concentrations de formaldéhyde, les données mesurées sur 4 jours et demi ne permettent pas de conclure quant aux dépassements de la valeur guide à court terme. Pour certaines salles qui ont dépassé cette valeur de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 4 jours et demi, il est aisé de conclure que la valeur guide a été dépassée sur 2 heures également. En revanche, le fait de ne pas dépasser la valeur sur 4 jours et demi ne permet pas de conclure au respect de la valeur sur 2 heures.

**Dix salles (soit 12 % des salles) d'école maternelle ont dépassé la valeur de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 4 jours et demi, au moins une fois sur les quatre campagnes ; deux salles (soit 3% des salles) de crèche ont dépassé cette valeur au moins une fois.**

Les mesures réalisées ont permis de mettre en évidence que les concentrations de formaldéhyde varient au cours des saisons. Ainsi, pour faire des comparaisons avec la valeur guide à long terme, la moyenne des quatre campagnes dans chaque salle a été retenue.

**La très grande majorité des salles présentent des concentrations moyennes de formaldéhyde qui dépassent la valeur guide de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : 98 % des salles d'écoles maternelles et 83 % des salles de crèches.**

## 2.5. Quels sont les facteurs influençant les concentrations de formaldéhyde ?

L'état des lieux des concentrations de formaldéhyde dans les lieux accueillant des jeunes enfants montre que, les valeurs guides de qualité de l'air intérieur sont dépassées dans la plupart des salles.

Il importe donc de s'intéresser aux facteurs tendant à augmenter les concentrations de ce composé dans l'air intérieur. En effet, bien que les sources théoriques d'émission soient connues, il est souvent difficile de mettre en évidence des liens directs avec celles-ci. Pour trouver des éléments de réponse, les salles d'un même établissement ont été comparées entre elles, puis les données recueillies par questionnaire ont été étudiées. Compte tenu de la différence significative entre les groupes « écoles maternelles » et « crèches », ils ont été analysés séparément. Pour compléter l'analyse, les résultats obtenus dans une salle dans laquelle des mesures ont été réalisées pendant une année ont également été utilisés.

Les nombreuses données recueillies et concentrations mesurées dans 150 salles tendent à montrer que les caractéristiques du bâtiment sont prépondérantes. Ainsi, **la présence d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) permet de baisser significativement les niveaux de formaldéhyde**, tout particulièrement pendant les périodes de moindre ouverture des fenêtres (en hiver). Ces périodes n'étant pas les plus polluées, il est toutefois possible pendant la période estivale d'observer des niveaux élevés même dans les salles équipées de VMC.

Les concentrations de formaldéhyde sont de manière générale plus élevées en période estivale qu'en période hivernale, contrairement aux concentrations d'autres polluants de l'air intérieur qui sont plus élevées en période hivernale, notamment à cause du confinement. Le suivi des concentrations de formaldéhyde dans une salle montre qu'elles sont bien corrélées avec la température extérieure. Cette influence de la température extérieure sur les concentrations intérieures en formaldéhyde s'explique par l'action de deux phénomènes :

- les émissions de composés très volatils, comme le formaldéhyde, augmentent avec la température de la salle, elle-même assez bien corrélée avec la température extérieure ;



- à l'extérieur, la concentration en ozone augmente avec la température; l'ozone pénètre à l'intérieur des salles par diffusion et réagit avec d'autres composés présents, produisant ainsi du formaldéhyde à l'intérieur des locaux.

### 3. Conclusions

L'étude réalisée a permis de confirmer des résultats déjà obtenus dans des études précédentes et de renforcer les connaissances sur un polluant d'intérêt dans l'air intérieur : le formaldéhyde.

En effet, les mesures réalisées sur les 50 établissements attestent de la présence de formaldéhyde dans l'air intérieur de toutes les salles enquêtées. Les écoles maternelles sont plus touchées que les crèches par la pollution au formaldéhyde.

Comparativement aux environnements dans lesquels les enfants sont susceptibles d'évoluer, les écoles maternelles et les crèches présentent des concentrations de formaldéhyde du même ordre de grandeur que les logements et huit fois supérieures à celles observées à l'extérieur.

La réalisation de quatre campagnes réparties sur une année, dans les mêmes salles, a permis d'obtenir de précieux renseignements sur l'évolution des niveaux de formaldéhyde au cours du temps. Globalement, les niveaux observés en période estivale sont supérieurs à ceux observés en période hivernale.

La très grande majorité des salles présente des concentrations moyennes de formaldéhyde qui dépassent la valeur guide en air intérieur pour une exposition à long terme ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Plusieurs salles dépassent, en moyenne sur 4 jours et demi, la valeur guide sur 2 heures ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

L'ensemble des éléments recueillis montre l'importance d'une bonne ventilation pour faire diminuer les niveaux de polluants dans l'air intérieur.



# PARTIE 3 : ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ET DES RISQUES POUR LA SANTÉ

Rédaction : Alexandra Thabuis, Cire Rhône-Alpes

## 1. Introduction

Du formaldéhyde a été détecté dans toutes les écoles et les crèches incluses dans l'étude. Les concentrations mesurées dépassent la valeur guide pour une exposition à long terme dans la grande majorité des salles échantillonnées. La valeur guide sur 2 heures est parfois également dépassée. Il est donc à craindre la survenue d'effets sanitaires dans la population fréquentant ces établissements.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires, en organisant les données d'exposition et les données toxicologiques disponibles, permet de mieux apprécier l'importance du risque et d'identifier les lieux d'exposition contribuant le plus au risque. Elle apporte ainsi des éléments complémentaires majeurs pour aider à la gestion du risque.

L'évaluation réalisée a consisté à estimer les expositions au formaldéhyde des enfants de 0 à 5 ans à partir des concentrations de formaldéhyde mesurées dans l'air de leurs différents lieux de vie, puis à caractériser les risques sanitaires associés.

## 2. Évaluation des expositions au formaldéhyde des enfants de 0 à 5 ans

Les expositions au formaldéhyde des enfants, dans chacun de leurs lieux de vie (crèche, école, mais aussi logement et milieu extérieur), correspondent aux concentrations de formaldéhyde inhalées par les enfants sur ces lieux et dépendent :

- des concentrations de formaldéhyde mesurées dans l'air des différents lieux de vie ;
- des temps passés par les enfants dans chaque lieu de vie.

L'exposition « globale » des enfants est la somme des expositions (des concentrations inhalées) calculées sur chaque lieu de vie.

### 2.1. Concentrations de formaldéhyde dans l'air des différents lieux de vie

Les concentrations présentées dans le tableau 1 sont issues de deux campagnes de mesures :

- la campagne de mesures réalisées en Rhône-Alpes en 2006-2007 dans le cadre de la présente étude ;
- la campagne nationale de mesures effectuées en 2003-2005 par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) dans un échantillon représentatif des logements français<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Campagne nationale logements : état de la qualité de l'air dans les logements français. Rapport final, novembre 2006. Téléchargeable sur <http://www.air-interieur.org/>.



Tableau 1. Concentrations annuelles de formaldéhyde dans l'air des différents lieux de vie des enfants.

Lieux de vie	Concentrations annuelles de formaldéhyde dans l'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Source de données
	Concentrations médianes	Concentrations maximales	
Crèche	16,4	35,9	Etude Rhône-Alpes
Ecole maternelle	23,1	44,9	
Extérieur	2,8		Etude OQAI
Logement	19,6		

Une situation médiane a été étudiée pour tous les lieux de vie. Les valeurs médianes retenues sont :

- pour les crèches et les écoles, la médiane<sup>6</sup> des concentrations moyennes annuelles calculées pour chaque établissement ;
- pour l'extérieur et le logement, la médiane des concentrations mesurées.

Pour les crèches et les écoles maternelles, une situation maximale a également été étudiée afin de prendre en compte les établissements dans lesquels de fortes concentrations de formaldéhyde ont été mesurées. Pour cette situation, les concentrations retenues étaient la concentration moyenne annuelle la plus élevée retrouvée pour chaque type d'établissement.

## 2.2. Temps passé dans les différents lieux de vie

Le tableau 2 présente le temps passé par les enfants de 0 à 5 ans dans leurs différents lieux de vie. Deux scénarios ont été considérés :

1. enfants passant un temps moyen à la crèche et à l'école maternelle (« fréquentation moyenne ») ;
2. enfants passant un temps maximum dans ces lieux de vie (enfant prenant ses repas à la cantine et bénéficiant de l'accueil périscolaire le matin et / ou le soir), appelé « fréquentation maximum ».

Les valeurs proviennent d'études existantes (CIBLEX<sup>7</sup>, Sentinelles de l'air<sup>8</sup>) ou, en l'absence de données, ont été estimées.

Tableau 2. Temps passé (en moyenne sur l'année) par les enfants de 0 à 5 ans dans leurs différents lieux de vie.

Lieux de vie	Temps passé (en moyenne sur l'année)	
	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum
<i>Crèche (de 0 à 2 ans)</i>	<i>4,1 h/j soit 17 % (<sup>7</sup>)</i>	<i>6,4 h/j soit 27 % (estimation)</i>
<i>Ecole maternelle (de 3 à 5 ans)</i>	<i>3,6 h/j soit 15 % (<sup>7</sup>)</i>	<i>4,4 h/j soit 18 % (estimation)</i>
<b>Crèche + école maternelle (de 0 à 5 ans)</b>	<b>3,85 h/j soit 16 % (moyenne des 2 lignes ci-dessus)</b>	<b>5,4 h/j soit 22,5 % (moyenne des 2 lignes ci-dessus)</b>
<b>Extérieur (de 0 à 5 ans)</b>	<b>1,1 h/j soit 4,5 % (<sup>8</sup>)</b>	<b>1,1 h/j soit 4,5 % (<sup>8</sup>)</b>
<b>Logement (de 0 à 5 ans)</b>	<b>19,05 h/j soit 79,5 % (reste du temps)</b>	<b>17,5 h/j soit 73 % (reste du temps)</b>

<sup>6</sup> Valeur pour laquelle la moitié des résultats obtenus sont supérieurs et l'autre moitié inférieurs.

<sup>7</sup> CIBLEX fournit des valeurs moyennes établies sur l'année à l'échelle nationale extraites d'une étude française conduite en 1993.

<sup>8</sup> Schadkovski C. et Malrieu V. (2003) Les « Sentinelles de l'air », Etude de l'exposition individuelle aux NOx, CO et BTEX dans les agglomérations de Lille et de Dunkerque, Bilan de deux campagnes de mesures, Association de la prévention de la pollution atmosphérique.



« Fréquentation moyenne » : en considérant 10 h/j, 5 j/semaine, 47 semaines/an (enfants fréquentant la crèche de l'heure d'ouverture à l'heure de fermeture, toute l'année en dehors des 5 semaines annuelles de congés de leurs parents)

« Fréquentation maximale » : en considérant 10 h/j, 4,5 j/semaine, 36 semaines/an (enfants fréquentant l'école le midi et en péri-scolaire le matin et/ou le soir, durant toute l'année scolaire)

De 0 à 5 ans, les enfants passent en moyenne 79,5 % de leur temps dans leur logement, 16 % à la crèche et à l'école maternelle, et seulement 4,5 % à l'extérieur.

Pour un enfant fréquentant la crèche et l'école maternelle selon le scénario « fréquentation maximum », le temps passé dans ces établissements s'élève à 22,5 % alors que le temps passé dans le logement passe à 73 %.

### 2.3. Estimation des expositions dans les différents lieux de vie

Les expositions au formaldéhyde des enfants, dans chacun de leurs lieux de vie, c'est-à-dire les concentrations de formaldéhyde inhalées par les enfants sur ces lieux, ont été calculées en multipliant les concentrations en formaldéhyde dans l'air de chaque lieu de vie par la fraction de temps passée dans ce lieu. Les calculs ont été réalisés à la fois, pour les concentrations en formaldéhyde médianes et maximales dans l'air des établissements et pour les deux scénarios de fréquentation (tableau 3).

**Tableau 3. Expositions au formaldéhyde des enfants de 0 à 5 ans dans leurs différents lieux de vie (concentrations en formaldéhyde inhalées).**

Lieux de vie	Expositions au formaldéhyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Concentrations médianes		Concentrations maximales	
	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum
Crèche (3 ans de 0 à 2 ans)	2,8	6,1	4,4	9,7
Ecole maternelle (3 ans de 3 à 5 ans)	3,5	6,7	4,2	8,1
Crèche + école maternelle (en moyenne sur 6 ans)	3,1	6,4	4,3	8,9
Extérieur	0,1	0,1	0,1	0,1
Logement	15,6	15,6	14,3	14,3
<b>Exposition globale</b>	<b>18,8</b>	<b>22,1</b>	<b>18,7</b>	<b>23,3</b>

Le tableau 4 présente ces expositions en pourcentages de l'exposition globale, ce qui permet d'apprécier la part de chaque lieu de vie dans l'exposition globale des enfants de 0 à 5 ans.

**Tableau 4. Contribution des différents lieux de vie dans l'exposition globale des enfants de 0 à 5 ans.**

Lieux de vie	Part de l'exposition globale au formaldéhyde			
	Concentrations médianes		Concentrations maximales	
	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum
Crèche + école maternelle	17 %	29 %	23 %	38 %
Extérieur	1 %	1 %	1 %	1 %
Logement	83 %	70 %	76 %	61 %
<b>Exposition globale</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>



Ainsi, malgré les différences de concentrations observées dans les différents lieux de vie, c'est surtout le temps passé qui influe sur l'exposition des enfants.

En effet, quels que soient le niveau de pollution de l'air dans l'établissement et le scénario de fréquentation choisi, la part de l'exposition la plus importante est due au logement : elle varie de 76 à 83 % dans le scénario « fréquentation moyenne », et de 61 à 70 % dans le scénario « fréquentation maximum ».

Quant à la crèche et l'école maternelle, elles contribuent à l'exposition entre 17 et 23 % en cas de fréquentation moyenne, et entre 29 et 38 % en cas de fréquentation maximum.

Le milieu extérieur, lui, ne contribue qu'à 1 % de l'exposition globale.

### 3. Connaissances sur la toxicité du formaldéhyde

Les informations sur la toxicité du formaldéhyde et l'analyse des relations dose-effet sont issues du rapport du groupe de travail « Formaldéhyde » de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET) sur l'analyse de la littérature relative à la toxicité du formaldéhyde<sup>9</sup>.

#### 3.1. Toxicité du formaldéhyde

Les principaux effets liés à l'exposition chronique au formaldéhyde par inhalation sont des irritations des yeux, de la gorge et des voies respiratoires. Ce sont les effets « critiques », c'est-à-dire les effets apparaissant aux doses d'exposition les plus faibles.

Le formaldéhyde a été classé « cancérogène certain chez l'homme » par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) en 2004, sur la base d'études relatives au cancer du nasopharynx en milieu professionnel<sup>10</sup>. Les connaissances sur le mécanisme d'action du formaldéhyde indiquent une dose seuil pour les effets cancérogènes (en dessous de laquelle les effets cancérogènes ne sont pas susceptibles de survenir). En fait, le formaldéhyde serait cancérogène à des doses plus fortes que celles qui entraînent les effets irritatifs locaux, effets considérés comme précurseurs de la transformation en processus cancérogène.

#### 3.2. Relations dose-effet

Les relations entre les niveaux d'exposition et l'apparition d'effets sur la santé sont déterminées à partir d'études toxicologiques sur des animaux ou d'études épidémiologiques en population humaine (généralement des travailleurs). Ces relations sont quantifiées par des valeurs toxicologiques de référence (VTR), valables pour une voie d'exposition donnée (inhalation, ingestion ou contact cutané) et une durée d'exposition (aiguë ou chronique). Ces VTR sont produites par des organismes institutionnels nationaux ou internationaux reconnus (OMS<sup>11</sup>, US-EPA<sup>12</sup>, ATSDR<sup>13</sup>...).

L'expertise de l'AFSSET<sup>9</sup> a analysé les VTR du formaldéhyde ; pour l'exposition chronique par inhalation, il ressort que :

3. les excès de risque unitaire (qui permettent d'apprécier le risque d'avoir un cancer) n'apparaissent pas pertinents car l'hypothèse retenue est l'existence d'une dose seuil pour les effets cancérogènes ;

---

<sup>9</sup> AFSSET. La toxicité du formaldéhyde. État des connaissances sur la caractérisation des dangers et choix des valeurs toxicologiques de référence, novembre 2006.

<sup>10</sup> CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol (Vol. 88), 2006.

<sup>11</sup> Organisation Mondiale de la Santé

<sup>12</sup> US Environmental Protection Agency

<sup>13</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry of the Centers for Disease Control of the United States



4. les VTR à seuil (concentrations inhalées au-delà desquelles un effet est susceptible de survenir) sont donc retenues pour les deux types d'effets : irritatifs et cancérogènes (considérant que les effets irritatifs locaux seraient précurseurs des cancers) (tableau 5).

**Tableau 5. VTR à seuil existantes pour l'exposition chronique au formaldéhyde par inhalation.**

Organisme	VTR	Année	Effet critique
OEHHA <sup>14</sup>	3 µg/m <sup>3</sup>	1999	Irritation oculaire et nasale, lésions histopathologiques de l'épithélium nasal (homme)
ATSDR	10 µg/m <sup>3</sup>	1999	Lésions histopathologiques de l'épithélium nasal (homme)

En appliquant les recommandations de la circulaire n°DGS/SDB7/2006/234 du 30 mai 2006, la VTR retenue pour les calculs est celle de l'ATSDR, soit **10 µg/m<sup>3</sup>**.

## 4. Caractérisation des risques sanitaires

A partir des expositions (concentrations de formaldéhyde inhalées par les enfants) et de la VTR retenue, les risques pour la santé des enfants ont pu être évalués.

Les risques sont évalués par le calcul d'un quotient de danger (QD), obtenu en divisant l'exposition par la VTR. Si ce quotient est supérieur à 1 (si l'exposition est supérieure au seuil de toxicité), l'effet critique est susceptible de survenir au sein de la population exposée.

**Tableau 6. Quotients de danger liés à l'exposition chronique au formaldéhyde chez les enfants de 0 à 5 ans.**

Lieux de vie	QD formaldéhyde			
	Concentrations médianes		Concentrations maximales	
	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum	Fréquentation moyenne	Fréquentation maximum
Crèche + école maternelle	0,3	0,6	0,4	0,9
Extérieur	0,01	0,01	0,01	0,01
Logement	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
Exposition globale (somme des expositions)	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>1,9</b>	<b>2,3</b>

Dans tous les cas :

- l'exposition à la crèche et à l'école maternelle n'entraîne pas, à elle seule, de risque pour leur santé ;
- l'exposition à l'air extérieur n'entraîne pas, à elle seule, de risque pour leur santé ;
- l'exposition au logement est susceptible d'entraîner, à elle seule, un risque pour leur santé ;
- l'exposition globale des enfants de 0 à 5 ans est donc susceptible d'entraîner des effets sur leur santé, avec une forte contribution du logement car c'est là que les enfants passent le plus de temps. La crèche et l'école maternelle contribuent quand même en proportion substantielle au risque global, soit de 17 à 38 % selon les situations.

<sup>14</sup> Office of Environmental Health Hazard Assessment of the California Environmental Protection Agency



## 5. Discussion et conclusion

### 5.1. Discussion

Les incertitudes de ce travail peuvent porter sur trois points clés : les concentrations mesurées utilisées, le temps passé dans les différents lieux de vie, et les VTR. Elles sont discutées ci-dessous :

- Les concentrations dans les crèches et les écoles maternelles de Rhône-Alpes sont issues de quatre campagnes réparties sur l'année, elles semblent donc avoir une bonne représentativité temporelle ; en revanche, les établissements ont été sélectionnés dans la principale agglomération de chaque département : l'échantillon n'est donc pas représentatif de l'ensemble des établissements rhônalpins, en particulier ceux situés en milieu rural.

La concentration utilisée pour les logements est issue d'une campagne nationale de mesures réalisées dans 567 logements représentatifs du parc français, et réparties sur deux ans.

- Certaines données de temps passé ne paraissent pas très fiables pour la population étudiée, mais cela influence peu les résultats.
- La VTR (choisie selon les critères de la DGS) est la plus élevée des deux, c'est donc la moins protectrice pour la santé. Si la VTR de  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avait été choisie, tous les QD auraient atteint ou dépassé 1 dans les environnements intérieurs.

### 5.2. Conclusion

**Les concentrations inhalées par les enfants dans les crèches et les écoles maternelles ne sont pas de nature à entraîner, à elles seules, la survenue d'effets sanitaires, notamment des irritations oculaires et des voies respiratoires. Ces concentrations inhalées et les quotients de danger résultants sont cependant élevés et méritent une grande attention. Attention d'autant plus grande que les valeurs guides proposées par l'Afsset sont dépassées.**

**En s'attachant à quantifier l'exposition globale des enfants au formaldéhyde pendant leurs 6 premières années de vie, les quotients de danger résultants dépassent tous la valeur repère de 1, traduisant une concentration inhalée supérieure à la VTR. La survenue d'effets sanitaires est donc vraisemblable. Les logements contribuent pour 61 à 83 % de l'exposition globale tandis que les crèches et les écoles maternelles y contribuent de 17 à 38 %.**

**Au final, il y a nécessité d'agir dans l'ensemble des lieux de vie intérieurs pour réduire les expositions, même si les logements ont un caractère prioritaire manifeste. C'est d'autant plus nécessaire que l'ensemble de la population est concerné.**

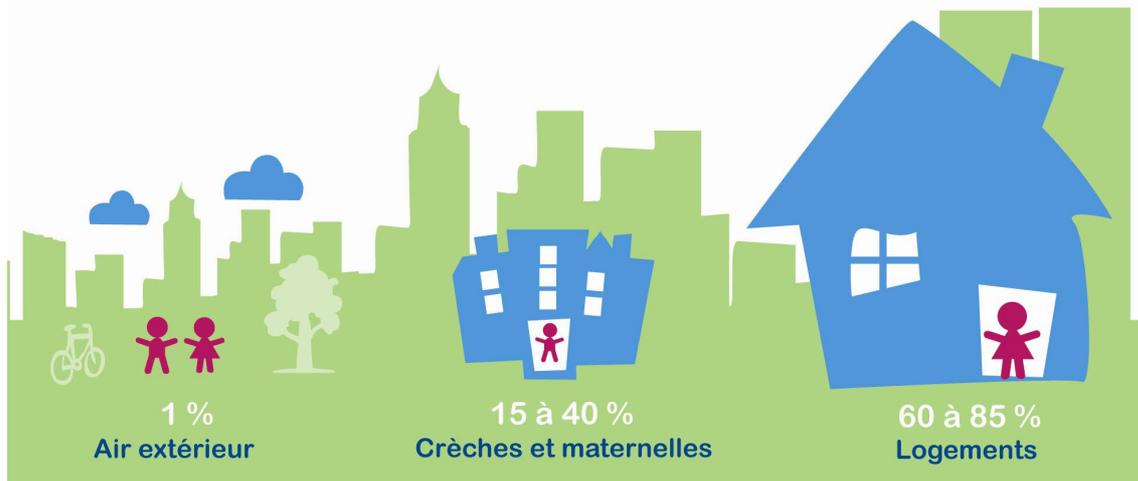


Figure 3 : Contribution des différents lieux de vie à l'exposition globale des enfants



# PARTIE 4 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Rédaction : F. Le Louédec, DRASS Rhône-Alpes

## 1. Conclusions

L'objectif principal de l'étude était d'améliorer les connaissances sur la présence d'aldéhydes dans l'air intérieur des bâtiments. Il ressort des résultats obtenus que, parmi les aldéhydes recherchés, le formaldéhyde est la molécule qui est détectée le plus souvent et dans les quantités les plus importantes dans l'air des salles des écoles maternelles et des crèches enquêtées. Ces résultats sont en accord avec les autres études réalisées sur le territoire national, telles que l'étude sur l'air intérieur des logements de l'OQAI ou l'étude sur l'air intérieur des écoles et bâtiments d'accueil de petite enfance de l'ASPA, association de surveillance de la qualité de l'air en Alsace.

Les taux de formaldéhyde d'un établissement à l'autre et même d'une salle à l'autre peuvent varier de manière importante. L'explication la plus plausible reste l'efficacité du renouvellement de l'air, par ventilation mécanique (VMC) ou manuelle (ouverture des fenêtres). Les questionnaires administrés lors des campagnes de mesures n'ont pas permis de faire ressortir avec certitude d'autres explications.

Les campagnes de mesures ont également permis d'évaluer les risques sanitaires liés à l'exposition au formaldéhyde. Les calculs menés par la CIRE ont montré que, même dans le cas des concentrations mesurées les plus fortes, la fréquentation des écoles maternelles et des crèches n'entraîne pas, à elle seule, de risques pour la santé.

Néanmoins, 90% des salles des établissements enquêtés affichent des concentrations en formaldéhyde supérieures à la valeur guide produite par l'AFSSET en septembre 2007 (cf. figure 3, ci-dessous).

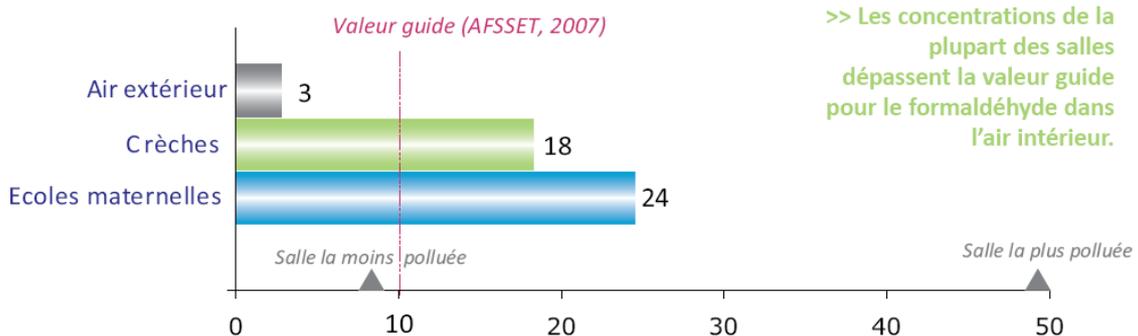


Figure 4 : Concentration moyenne en formaldéhyde dans les différents lieux de l'étude (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Il convient ici de noter que la valeur guide de l'AFSSET n'est pas une valeur de gestion : elle n'a pas été construite pour indiquer un ou des seuils à partir desquels des actions de protection de la santé doivent être mises en place. C'est une valeur sanitaire en dessous de laquelle il est certain qu'il n'y aura aucun effet sur la santé. Il s'agit donc d'un objectif à atteindre, pas d'une limite à ne pas dépasser.



## 2. Recommandations

Si les conclusions de l'évaluation des risques sanitaires ont montré que les concentrations en formaldéhyde dans l'air des écoles maternelles et des crèches n'entraînaient pas des niveaux d'exposition présentant des risques pour la santé des enfants, la DRASS et les DDASS de Rhône-Alpes ont néanmoins décidé de développer des actions afin de diminuer au maximum l'exposition globale au formaldéhyde. En effet, l'exposition au formaldéhyde dans les écoles maternelles et les crèches contribue en proportion substantielle à l'exposition globale (jusqu'à 38 % dans les situations les plus pénalisantes) et l'exposition globale des enfants peut générer des risques pour leur santé.

***Toute action permettant une diminution de l'exposition dans ces établissements diminuera d'autant le risque global, et aura donc un effet bénéfique sur la santé.***

Plusieurs niveaux d'actions sont envisageables, avec des efficacités potentielles malgré tout très variables : sur les sources, afin de diminuer les quantités de produits « amenées » dans les pièces ; sur l'aération des pièces, en favorisant le renouvellement de l'air ; sur l'information des personnes et des gestionnaires des structures, pour que cette problématique, qui dépasse largement le cadre des bâtiments accueillant du public, ne reste pas méconnue ; sur l'accompagnement des collectivités pour améliorer la qualité de l'air intérieur, etc.

### 2.1. Action sur les sources

La solution la plus évidente pour diminuer les concentrations en formaldéhyde consiste à supprimer, dans l'aménagement des bâtiments comme dans les activités s'y tenant, les matériaux ou substances contenant du formaldéhyde.

Le développement de produits exempts de formaldéhyde n'est malheureusement pas encore courant, et il n'existe pas de normes sur la présence de formaldéhyde dans les matériaux et produits. Par contre, quelques organismes certificateurs ou de normalisation (marquage CEE, NF, écolabel européen, label allemand « Ange Bleu ») proposent pour certains matériaux des indications sur des rejets limités en formaldéhyde. Les DDASS et la DRASS assurent une veille, mais à l'heure actuelle et à notre connaissance, il existe très peu de produits garantis sans formaldéhyde. Il convient donc d'utiliser au maximum des matériaux bruts, des produits sans solvants ou colles, et de respecter quelques conseils pratiques, comme ne pas mélanger les produits d'entretien ou de bricolage, ne pas les stocker à l'intérieur d'une pièce sans aération voire de les conserver ailleurs que dans les pièces fréquentées ou en lien avec des pièces de vie.

Pour information, la fumée de cigarette contient également du formaldéhyde.

### 2.2. Action sur l'aération des pièces

Pour éviter l'accumulation de formaldéhyde dans une pièce, le plus simple est d'aérer : en ouvrant la fenêtre, l'air se renouvelle en quelques minutes. Ce geste simple préserve donc la qualité de l'air intérieur en assurant son renouvellement : il est en effet prouvé que l'air extérieur est toujours moins pollué que l'air intérieur, sauf dans des conditions bien particulières, en générales accidentelles, pendant lesquelles les messages sanitaires préconisent un confinement, ceci restant très exceptionnel.

Cette aération vient en complément de l'apport d'air neuf dans une pièce ou un bâtiment par la ventilation mécanique contrôlée (VMC) ou tout autre dispositif de ventilation naturelle. En effet, la ventilation des bâtiments assure un apport d'air neuf minimum qui n'assure pas à lui seul un renouvellement complet de l'air intérieur qui diminue de façon significative les polluants accumulés. Il est ainsi recommandé d'aérer les logements au moins deux fois par



jour (matin et soir) ; les salles de classes et de crèches doivent être aérées le matin avant l'arrivée des enfants, à chaque intercour, après chaque activité utilisant des matériaux émissifs (colles, peintures, etc.) et lors du ménage des locaux. Enfin, les dispositifs de ventilation doivent être nettoyés régulièrement ; une VMC doit être vérifiée régulièrement par un professionnel pour s'assurer de son bon fonctionnement et du débit (variable en fonction des locaux investigués).

Le taux de CO<sub>2</sub> est un bon indice du renouvellement de l'air dans une pièce : celui-ci augmente si l'aération n'est pas suffisante. Facile à mesurer, il est possible de trouver dans le commerce des détecteurs à CO<sub>2</sub>. Il est ainsi possible de visualiser régulièrement la qualité de l'air dans une pièce au travers de son taux de renouvellement.

### **2.3. Action d'information**

Les résultats des campagnes de mesures ont été présentés aux représentants des mairies sur le territoire desquelles se trouvaient les établissements enquêtés, le 26 juin 2007 à la DRASS Rhône-Alpes. Les préconisations formulées ce jour-là en séance reprenaient les points développés dans les paragraphes précédents.

Une plaquette avait alors été annoncée. Elle a été diffusée aux mairies et aux établissements enquêtés au premier trimestre 2008.

La DRASS s'est rapprochée des inspections d'académie de la région, afin de définir avec elles les conditions d'une intervention pour transmettre aux enseignants les consignes d'aération préconisées plus haut. D'ores et déjà, une première présentation de l'étude a été faite aux inspecteurs chargés de la mise en œuvre des règles d'hygiène et sécurité pour l'académie du Rhône le 4 avril 2008. La DRASS, avec un représentant des AASQA de Rhône-Alpes, y a exposé les résultats des campagnes de mesures, les conclusions sanitaires qui en avaient été tirées, ainsi que les consignes d'aération. Les discussions nombreuses ont montré l'intérêt porté par les personnes présentes à la problématique de l'air intérieur. Des contacts ont été pris avec d'autres inspections d'académie, dont celle de la Haute-Savoie.

Des interventions équivalentes ont été proposées aux collectivités qui ont sollicité la DRASS pour mettre en œuvre des actions d'information à destination des personnels municipaux.

### **2.4. Action d'accompagnement des collectivités**

Outre des actions d'information des personnels, qu'ils soient issus des collectivités ou de l'Éducation nationale, les DDASS et la DRASS de Rhône-Alpes se sont engagées à accompagner les collectivités qui le souhaitent pour les assister dans leur volonté d'améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments enquêtés. Pour des raisons d'organisation, priorité a été donnée aux 10% d'établissements dans lesquels ont été détectées les concentrations les plus fortes afin notamment d'agir dans les bâtiments où la situation est la plus pénalisante en termes de santé.

Lors des discussions qui ont suivi la présentation des résultats et des préconisations pour améliorer la qualité de l'air intérieur, tant devant les représentants des municipalités que devant les inspecteurs de l'Éducation nationale, de nombreuses remarques ont été formulées. Quelques-unes sont rappelées ici.

- Toutes les études le montrent : l'air intérieur affiche toujours des concentrations en polluants supérieures à l'air extérieur, renouveler l'air d'une pièce en ouvrant la fenêtre se traduit toujours par une amélioration de la qualité de l'air intérieur. Il est néanmoins évident que des conditions particulières peuvent amener à limiter l'apport d'air extérieur, comme la présence de personnes allergiques en période de fortes pollinisations. A ces exceptions près, la recommandation est toujours valable.



- Les VMC, lorsqu'elles existent, sont un bon moyen de renouveler l'air dans une pièce, mais elles doivent être régulièrement contrôlées pour s'assurer de leur bon fonctionnement ; des bureaux d'études spécialisés peuvent réaliser le diagnostic de l'installation.
- Le principe d'aérer les pièces pour changer l'air qui y stagne peut sembler étonnant dans un contexte où de nombreux messages circulent sur les gestes permettant d'économiser l'énergie. Il est vrai qu'ouvrir les fenêtres en hiver provoque des déperditions de chaleur. Mais cela permet d'évacuer également l'humidité accumulée (outre la cuisine et la toilette, la respiration émet beaucoup de vapeur d'eau) qui peut être à l'origine de développement de moisissures à l'origine de nombreuses réactions allergiques. Or, chauffer de l'air humide est beaucoup plus énergivore que chauffer de l'air sec. De plus, le bénéfice s'évalue aussi en termes de santé publique : l'étude a notamment montré un lien entre augmentation de la température et augmentation des concentrations en formaldéhyde, l'augmentation de température favorisant le relargage du formaldéhyde présent dans les matériaux. Une bonne isolation permet donc, notamment en été, de maintenir des températures normales, mais elle doit être également conçue pour permettre la circulation de l'air. Il est vrai qu'à part pour les bâtiments très récents, l'isolation reste souvent synonyme de confinement, ce qui est néfaste pour la santé.
- Dans le cas des pics de pollutions, la question a été posée de l'intérêt d'ouvrir les fenêtres, alors même que des messages d'alerte sont diffusés et demandent la prise de certaines mesures pour protéger la santé des enfants. L'argumentation développée plus haut reste valable : même en cas de pic de pollution, le renouvellement de l'air d'une pièce apporte un plus en termes de santé. En effet, les conseils sanitaires en cas de pics de pollutions ne portent pas sur le confinement des enfants, mais sur la limitation des activités susceptibles d'élever le rythme cardiaque, et donc le rythme respiratoire. Le confinement n'est conseillé que dans le cas d'un accident qui disperserait dans l'atmosphère des quantités importantes de produits toxiques, à des concentrations beaucoup plus fortes que celles détectées lors des pics de pollution.
- Le formaldéhyde a été classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme « cancérogène certain chez l'homme ». Cette conclusion résulte d'études menées en milieu professionnel. Il s'agit donc de conditions d'exposition très particulières, retrouvées dans certaines industries : des concentrations très fortes, dans des milieux confinés, avec des temps d'exposition très longs. Les doses de formaldéhyde mesurées dans ce cas sont plus de 10 fois supérieures aux concentrations moyennes retrouvées dans la présente étude.
- L'étude a porté sur le formaldéhyde ; mais les résultats et surtout les recommandations qui en découlent sont valables de façon générale : les bénéfices sanitaires liés à l'aération d'une pièce sont connus depuis très longtemps, qu'il s'agisse d'amélioration de la qualité de l'air intérieur ou de diminution des risques d'insalubrité...
- Les actions proposées sont principalement axées sur les établissements qui étaient la cible de l'étude, alors que la part majoritaire du risque est liée au logement : il est en effet très difficile de concevoir et mettre en œuvre une action efficace au niveau des particuliers et a fortiori de leur logement... Par contre toute réduction de l'exposition dans les établissements enquêtés se traduira également par une diminution du risque global, ce qui est toujours intéressant pour la protection de la santé.



## **LISTE DES ACRONYMES**

AASQA : associations agréées de surveillance de la qualité de l'air

AFSSET : agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

ASPA : association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en alsace

ATMO Rhône-Alpes : groupement d'intérêt économique (GIE) des AASQA du Rhône, de la Loire, de la Drôme, de l'Ardèche et de l'Isère

ATSDR : agency for toxic substances and disease registry (agence pour les substances toxiques et les registres de pathologies)

CIRE : cellule interrégionale d'épidémiologie

CIRC : centre international de recherche sur le cancer

DDASS : direction départementale des affaires sanitaires et sociales

DGS : direction générale de la santé

DRASS : direction régionale des affaires sanitaires et sociales

INERIS : institut national de l'environnement industriel et des risques

InVS : institut de veille sanitaire

OQAI : observatoire de la qualité de l'air intérieur

OMS : organisation mondiale de la santé

PNSE : plan national santé-environnement

PRSE : plan régional santé-environnement

QD : quotient de danger

US-EPA : US environmental protection agency (agence américaine de protection de l'environnement)

VMC : ventilation mécanique contrôlée

VTR : valeur toxicologique de référence

