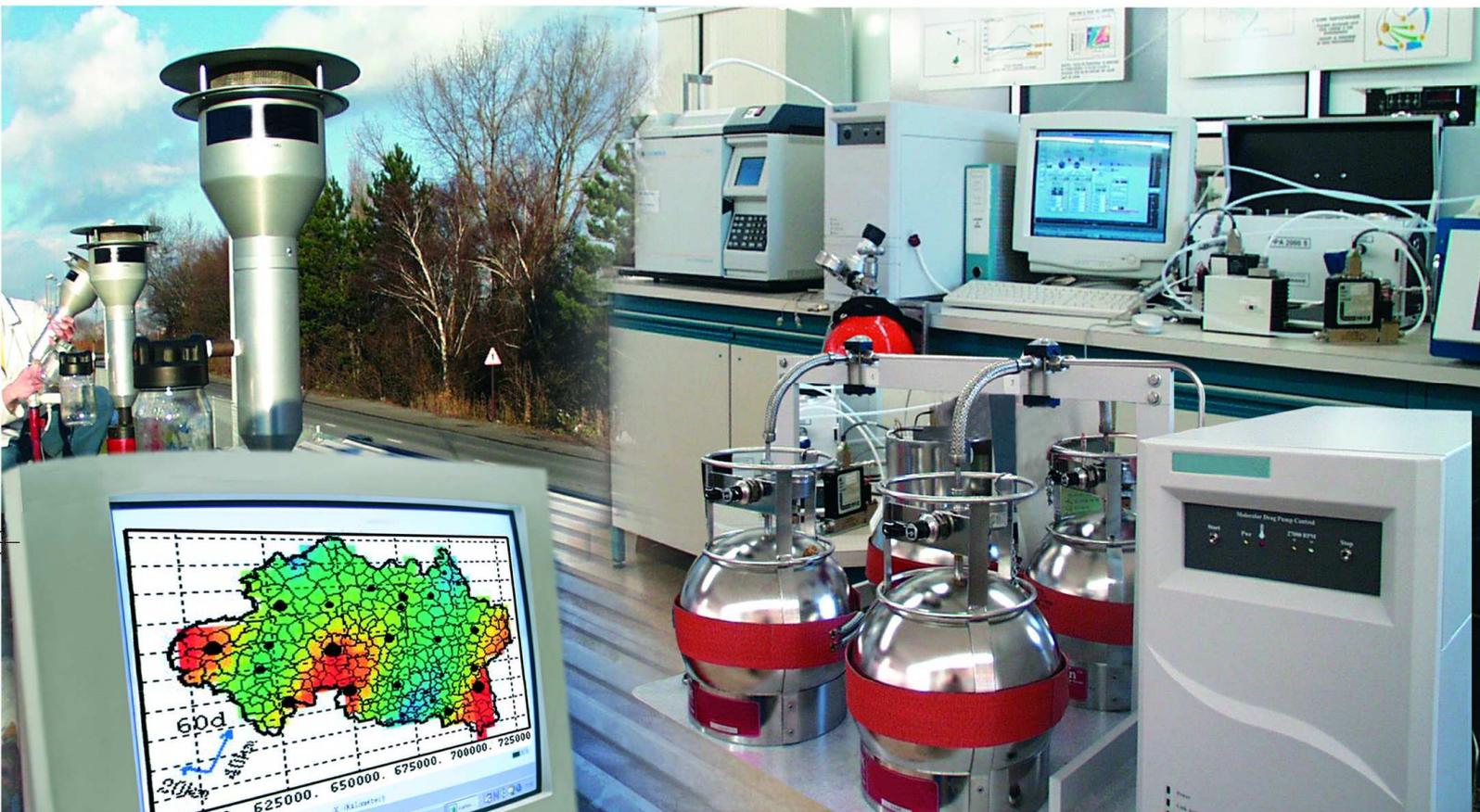




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Air intérieur

Mesure du formaldéhyde

Décembre 2009

Programme 2009

S. FABLE / L. CHIAPPINI / C. MARCHAND





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'École des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement. Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France, coordonné au plan technique par l'ADEME, en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



Mesure du formaldéhyde

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Air intérieur

Programme financé par la
Direction Générale de l'Énergie et du Climat

2009

S. FABLE, S. VERLHAC, B. TRIART, C. MARCHAND, L. CHIAPPINI

Ce document comporte 27 pages (hors couverture et annexes)

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Sébastien FABLE Laura CHIAPPINI	Eva LEOZ-GARZIANDIA	Martine RAMEL
Qualité	Technicien Unité CIME Ingénieur Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
1. INTRODUCTION	9
2. DESCRIPTION QUALITATIVE DU SITE	11
2.1 Visite préliminaire et descriptif des salles de classe.....	11
2.2 Choix des pièces à instrumenter	12
3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE	13
3.1 Organisation de la campagne	13
3.1.1 Présentation des techniques de prelevement.....	13
3.1.1.1 Prélèvement actif.....	13
3.1.1.2 Prélèvement passif.....	14
3.1.1.3 Prelevement en continu ou « on-line »	14
3.1.2 Instrumentation des salles	15
4. RESULTATS	16
4.1 Représentativité temporelle « court-terme »	16
4.1.1 Résultats des mesures de type actif.....	16
4.1.2 résultats des mesures en « continu »	18
4.2 Représentativité spatiale	19
4.2.1 Choix de ou des salles à surveiller	19
4.2.2 Choix du point de prélèvement dans une salle	20
4.3 Différences jour/nuit : comparaison prélèvements actifs et passifs dans la salle 9.....	21
5. CONCLUSION	23
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	26
7. LISTE DES ANNEXES	27

RESUME

Suite au Grenelle de l'Environnement, le principe de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les lieux clos ouverts au public a été acté (engagement numéro 152). Dans ce contexte, des protocoles de mesure pour différentes substances pouvant faire l'objet d'une surveillance ont été élaborés, au cours de l'année 2008, dans le cadre des travaux du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) et en partenariat avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). A ce jour, ces protocoles ne concernent que les lieux scolaires et d'accueil de la petite enfance dans lesquels la substance de préoccupation sanitaire majeure est le formaldéhyde. Ils ont été élaborés en référence aux Valeurs Guides Air Intérieur (VGAI) proposées par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Pour le formaldéhyde, 2 VGAI sont disponibles : $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour une exposition court terme (2 heures) et $10 \mu\text{g m}^{-3}$ pour une exposition long terme.

Par ailleurs, il convient de noter que très récemment, des valeurs de référence en air intérieur ont été proposées par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Ces futures valeurs, dites de gestion, prennent en compte des critères sanitaires, mais également mettent en perspective des concentrations techniquement atteignables actuellement¹. Ces valeurs serviront de base de comparaison aux concentrations mesurées au cours de la campagne pilote nationale initiée en septembre 2009.

Cette campagne (2009-2011) de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises, lancée par Chantal Jouanno, Secrétaire d'État à l'Écologie, a pour but de définir les modalités de la surveillance obligatoire de la qualité de l'air prévue par le projet de loi dit « Grenelle 2 », à partir de 2012 pour certains établissements recevant du public comme les écoles et les crèches. Au total, 300 établissements répartis sur l'ensemble du territoire seront concernés entre 2009 et 2011 avec des mesures de formaldéhyde et de benzène ainsi que de confinement. Les mesures seront réalisées par les AASQA avec l'appui technique et organisationnel du LCSQA (INERIS) et du CSTB.

Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'organiser une campagne de mesure dans une école pour mieux appréhender l'incertitude liée à la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde élaborée dans les protocoles.

¹ Seuils à partir desquels des actions de protection de la santé doivent être mises en place, établis par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) :

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur cible à atteindre dans 10 ans,

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est nécessaire,

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur d'information et de recommandation au-delà de laquelle il est nécessaire à moyen terme d'identifier et de réduire les sources de formaldéhyde

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur d'action immédiate au-delà de laquelle il est nécessaire d'identifier et de réduire les sources de formaldéhyde sous 1 mois.

Afin de mieux **appréhender l'incertitude liée à la représentativité spatiale**, des mesures par tubes passifs ont été mises en œuvre :

- dans l'ensemble des classes d'une école pour évaluer l'impact du choix des salles selon le protocole sur la représentativité de la campagne de mesure ;
- en différents points et à différentes hauteurs d'une classe afin de renseigner la variabilité spatiale au sein d'une même pièce.

Pour préciser **la représentativité temporelle**, des mesures actives « court terme » et en continu ont été mises en œuvre :

- des mesures par tubes actifs ont été réalisées tous les jours de la semaine, toutes les deux heures environ
- des mesures en continu ont également été réalisées dans une salle tout au long d'une journée de classe pour tenter **d'identifier des variations de concentration** en fonction des activités des élèves.

Dans l'école étudiée et dans les conditions environnementales propres à cette campagne, peu de différences entre les niveaux de formaldéhyde mesurés dans chaque salle ainsi qu'une indépendance de la concentration en fonction du point de mesure dans la pièce et du jour de la semaine de classe choisi pour réaliser le prélèvement "court terme" ont été observées. En revanche, des pics de formaldéhyde ont été observés chaque jour à certains moments de la journée mais ces variations ne sont pas répétables d'un jour sur l'autre. Il semble donc difficile de conclure quant à la représentativité du choix de quelques heures de la journée pour réaliser une mesure "court terme". Par ailleurs, le rôle des activités scolaires ainsi que de la réactivité atmosphérique diurne des COVs dans la formation de formaldéhyde semble avoir été mis en valeur.

Enfin, les résultats de cette campagne seront confrontés à l'ensemble des résultats issus de la campagne pilote. Il est de plus important de noter que de manière générale, les résultats de cette étude confortent la stratégie d'échantillonnage établie par les protocoles et mise en œuvre dans la campagne pilote.

1. INTRODUCTION

Dans le but de mieux appréhender l'incertitude liée à la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde en air intérieur, notamment sur le plan de la représentativité spatiale, une campagne de mesure dans une école a été menée au mois de juin 2009, à la demande du MEEDDM, en cohérence avec les protocoles rédigés pour la surveillance du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de la petite enfance (rapport LCSQA 2008 : Elaboration de protocoles de surveillance du formaldéhyde, du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air des lieux clos ouverts au public)². Ces protocoles ont été élaborés en référence aux Valeurs Guides Air Intérieur (VGAI) proposées par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (AFSSET). Pour le formaldéhyde, 2 VGAI sont disponibles : $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour une exposition court terme (2 heures) et $10 \mu\text{g m}^{-3}$ pour une exposition long terme. Par ailleurs, des valeurs de référence en air intérieur ont été très récemment proposées par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP). Ces futures valeurs de gestion intègrent des critères sanitaires et mettent en perspective des concentrations techniquement atteignables actuellement³. Ces valeurs serviront de base de comparaison aux concentrations mesurées au cours de la campagne pilote nationale initiée en septembre 2009 afin de définir les modalités de la surveillance obligatoire de la qualité de l'air prévue par le projet de loi dit « Grenelle 2 », à partir de 2012 pour les écoles et les crèches.

Afin de se conformer aux protocoles, une visite de l'école préliminaire à la campagne de mesure a été menée. Cette visite a consisté en une description qualitative (paragraphe 4.1 des protocoles) des différentes salles de classe de l'école et à la soumission d'un questionnaire aux enseignants. Cette étude préliminaire a été complétée par des mesures de formaldéhyde en continu dans l'ensemble de l'école.

Cette campagne (2009-2011) de surveillance de la qualité de l'air dans les écoles et les crèches françaises, lancée par Chantal Jouanno, Secrétaire d'État à l'Écologie, a pour but de définir les modalités de la surveillance obligatoire de la qualité de l'air prévue par le projet de loi dit « Grenelle 2 », à partir de 2012 pour certains établissements recevant du public comme les écoles et les crèches. Au total, 300 établissements répartis sur l'ensemble du territoire seront concernés entre 2009 et 2011 avec des mesures de formaldéhyde et de benzène ainsi que de confinement. Les mesures seront réalisées par les AASQA avec l'appui technique et organisationnel du LCSQA (INERIS) et du CSTB.

² Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/missions-diverses/air-interieur/elaboration-de-protocoles-de-surveillance-du-formaldehyde>

³ Seuils à partir desquels des actions de protection de la santé doivent être mises en place, établis par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) :

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur cible à atteindre dans 10 ans,

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur repère en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est nécessaire,

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur d'information et de recommandation au-delà de laquelle il est nécessaire à moyen terme d'identifier et de réduire les sources de formaldéhyde

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur d'action immédiate au-delà de laquelle il est nécessaire d'identifier et de réduire les sources de formaldéhyde sous 1 mois.

L'objectif de cette étude est d'organiser une campagne de mesure dans une école pour mieux appréhender l'incertitude liée à la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde élaborée dans les protocoles concernant la représentativité spatiale et la variabilité temporelle.

Afin d'**appréhender l'incertitude liée à la représentativité spatiale**, des mesures par tubes passifs ont été mises en œuvre :

- dans l'ensemble des classes d'une école pour évaluer l'impact du choix des salles à instrumenter selon le protocole sur la représentativité de la campagne de mesure ;
- en différents points et à différentes hauteurs afin de renseigner la variabilité spatiale au sein d'une même pièce.

Pour étudier **la variabilité temporelle** des mesures « court-terme », des mesures par tubes actifs ont été réalisées tous les jours de la semaine, toutes les deux heures environ. Des mesures en continu ont également été réalisées dans une salle tout au long d'une journée de classe pour tenter **d'identifier des variations de concentration** en fonction des activités des élèves.

2. DESCRIPTION QUALITATIVE DU SITE

L'objectif de ce chapitre est de réaliser une description du site à étudier conforme aux recommandations du protocole de surveillance du formaldéhyde dans l'air des lieux clos ouverts au public (Rapport LCSQA/DRC-08-94298-15176A⁴) et sur cette base, de définir les salles de classe à instrumenter si cette école devait faire l'objet d'une surveillance du formaldéhyde.

L'un des objectifs de cette étude est de comparer la moyenne des concentrations mesurées dans les salles de classe identifiées selon les recommandations du protocole avec la moyenne des concentrations mesurées dans toutes les salles de classe de l'établissement, afin d'évaluer l'impact du choix des salles à instrumenter sur la représentativité de la campagne de mesure.

2.1 VISITE PRELIMINAIRE ET DESCRIPTIF DES SALLES DE CLASSE

Conformément aux recommandations du protocole, une visite préliminaire de l'école étudiée a été réalisée. Cette visite avait pour but de faire une description du bâti, de son environnement extérieur et des salles de classe de l'établissement afin de définir la stratégie d'échantillonnage spatial à appliquer.

L'école étudiée se situe en milieu urbain. Cet établissement se compose d'un seul bâtiment sur 2 niveaux dont la construction date de 1870. Au rez-de-chaussée, on compte quatre salles de classe (salles n°1, 3, 4 et 5) ainsi qu'une bibliothèque (salle n°2) et au 1^{er} étage, 6 salles de classe (salles n°6 à 11) ainsi qu'un espace informatique.

Tableau 1 : Présentation de la disposition des salles de l'école.

1 ^{er} étage	Salle 11	Salle 10	Salle 09	Salle 08	Salle 07	Salle 06
Rdc	Salle 1	Hall d'entrée		Salle 03	Salle 04	Salle 05

Le chauffage est un chauffage collectif au gaz et chaque salle de classe est équipée de fenêtres en PVC ouvrables (option oscillo-battant) avec double vitrage, munies de grilles de ventilation intégrées. L'ensemble des fenêtres des salles de classe donne sur une seule rue, et la cour de récréation sépare le bâtiment de la rue.

Le bâtiment peut-être considéré comme un seul bloc homogène selon les critères du protocole⁵, la seule différence observée se situant au niveau de quelques

⁴ Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/missions-diverses/air-interieur/elaboration-de-protocoles-de-surveillance-du-formaldéhyde>

⁵ Par bloc homogène, on sous-entend un bâtiment ou partie de bâtiment présentant des propriétés de construction similaires (année de construction ou de rénovation, type de vitrage, circuit de ventilation, climatisation, mode d'étanchéité, etc.).

salles de classe pour lesquelles le tableau (à craie) a été renouvelé et le mur attenant refait à neuf (pose d'une toile de verre et peinture). Cette rénovation partielle a eu lieu entre 6 mois et un an avant les mesures. Un descriptif détaillé des salles de classe est donné en Annexe 2 (les salles présentant le même descriptif sont regroupées dans un seul questionnaire).

2.2 CHOIX DES PIÈCES A INSTRUMENTER

Étant donné les informations recueillies ci-dessus, à savoir un seul bloc homogène à 2 niveaux, la stratégie d'échantillonnage spatial à adopter est la suivante : 4 salles de classes sont à instrumenter, à savoir 2 salles de classe au rez-de-chaussée ainsi qu'au 1^{er} étage.

Dans le cadre de mesures selon les recommandations du protocole de surveillance du formaldéhyde, les 4 pièces à instrumenter auraient été tirées au sort parmi les 10 salles de classe recensées : à savoir, au rez-de-chaussée, les salles n°3 et 5 et au 1^{er} étage, les salles n°7 et 10.

Ainsi, la moyenne des concentrations mesurées sur 4,5 jours dans les 4 salles de classe définies ci-dessus sera comparée avec la moyenne des concentrations mesurées dans les 10 salles de classe identifiées, l'impact du choix des salles sur la représentativité de cette campagne de mesure. Il convient de noter que l'ensemble des classes de cet établissement présente des configurations (volume, mobilier, revêtements) similaires.

Parallèlement à cette visite préliminaire de l'école et à l'étude qualitative des différentes pièces, des mesures en continu ont été réalisées dans chaque salle de classe à l'aide de l'InterScan (présenté au paragraphe 3.1.1.3).

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Mesure des concentrations en formaldéhyde avec l'INTERSCAN dans les différentes salles de l'école.

Salle	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Concentration Formaldéhyde $\mu\text{g m}^{-3}$	39	50	29	27	19	28	30	30	47	17

Les premiers résultats de mesure en continu réalisés dans chaque salle de classe, suggèrent que les salles 3 et 10 présentent des niveaux en formaldéhyde sensiblement plus élevés que les autres salles de classe de l'école.

3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE DE MESURE

3.1 ORGANISATION DE LA CAMPAGNE

Les mesures ont été réalisées durant le mois de juin sur une période de 4.5 jours (22 au 26 juin). Des prélèvements de type passifs, actifs ainsi qu'en « continu » ont été mis en œuvre. L'école étant fermée le mercredi, aucun prélèvement de types actifs n'a été réalisé ce jour de la semaine.

3.1.1 PRESENTATION DES TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

Outre le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le propanal, le butanal, le pentanal, l'hexanal et le benzaldéhyde ont été mesurés à l'aide des techniques actives et passives présentées ci-dessous. La méthode de mesure en continu donne accès à la concentration en formaldéhyde uniquement.

3.1.1.1 PRELEVEMENT ACTIF

Les prélèvements ont été réalisés par pompage sur une cartouche de type Sep Pack[®] (Figure 1) contenant comme adsorbant un agent dérivatisant⁶ imprégné sur la cartouche d'adsorption.

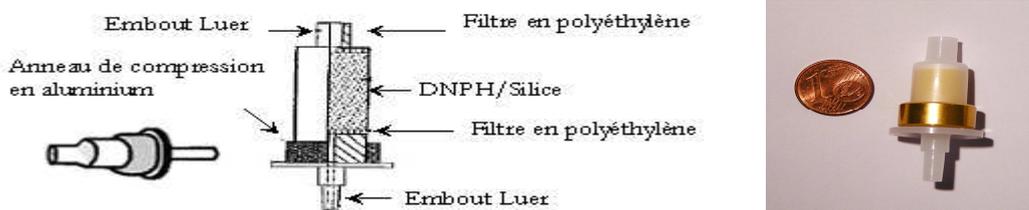


Figure 1 : Schéma (gauche) et photographie (droite) d'une cartouche Sep-Pak[®]

⁶ La dérivatisation consiste à substituer un groupement fonctionnel par un autre groupement pour faciliter son piégeage ou sa détection.

3.1.1.2 PRELEVEMENT PASSIF

Les prélèvements passifs ont été réalisés à l'aide de tubes à diffusion radiale, de type Radiello® (code 165), commercialisés par la Fondation Salvatore Maugieri (FSM). La cartouche code 165 est un filet en acier inoxydable (100 mesh) rempli de fluorisil et revêtu de 2,4-DNPH. Ces cartouches sont introduites dans des corps diffusifs cylindriques poreux (code 120-1) favorisant l'adsorption sur toute la surface du cylindre et non uniquement à son extrémité.



Figure 2 : Photographie d'une cartouche Radiello® code 165 (gauche) et du corps diffusif dans lequel elle doit être introduite pour le prélèvement (droite).

La vitesse de diffusion des composés sur ces tubes (ou débit de prélèvement) est donnée par la FSM pour des temps d'exposition de 8 heures à 7 jours.

3.1.1.3 PRELEVEMENT EN CONTINU OU « ON-LINE »

L'InterScan est basé sur un mode de détection électrochimique. Les molécules de formaldéhyde passent au travers d'un milieu diffusif et réagissent électrochimiquement à la surface d'une électrode. Cette réaction donne naissance à un courant dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration en formaldéhyde.



Figure 3 : Photographies de l'INTERSCAN (modèle portable)

Cet appareil a été testé dans le cadre des travaux du LCSQA 2008⁷ et ses mesures des niveaux de formaldéhyde s'étaient révélées en bon accord avec les mesures réalisées sur cartouches Sep-Pack®.

⁷ Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/missions-diverses/air-interieur/mesure-du-formaldehyde-0>

3.1.2 INSTRUMENTATION DES SALLES

Mesures passives

- Pour l'ensemble des salles de classe, chaque prélèvement de type passif a été positionné au centre de la pièce à environ 2 m de hauteur, et a été doublé pour s'assurer de la reproductibilité des résultats. Les tubes ont été exposés pendant 4,5 jours.

Chaque salle a également été équipée d'une sonde enregistrant la température ambiante.

- Dans la salle n°8, plusieurs mesures ont été réalisées pour tester l'influence du point de prélèvement au sein d'une même pièce, chaque point ayant été doublé et exposé pendant 4,5 jours.

- hauteur de prélèvement : chaque prélèvement a été réalisé à 1 et 2 mètres de hauteur.

- distance par rapport aux murs : le centre de la pièce ainsi que chaque coin à environ 1 m du mur, ont été instrumentés.

Ainsi, cette salle a été instrumentée de la façon suivante :

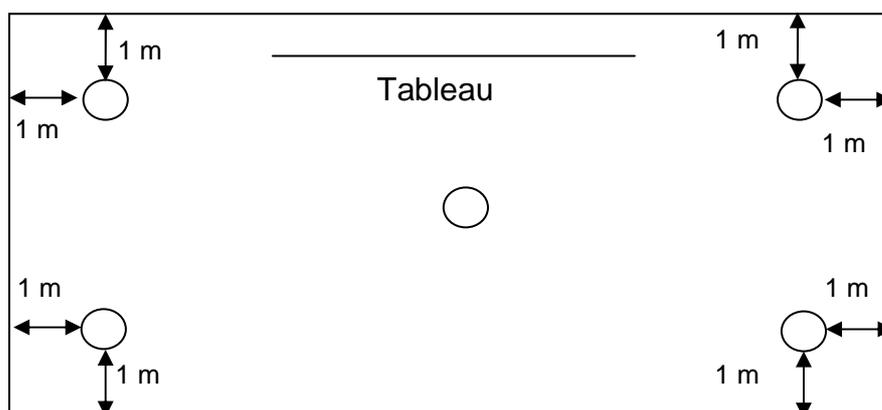


Figure 4 : Schéma de l'instrumentation de la salle n°8 (les points de prélèvement sont représentés par des cercles)

Mesures actives

- Dans la salle n°9, des prélèvements par tube actif ont été réalisés tous les jours (sauf le mercredi), toutes les deux heures environ, à environ 2 m du mur et 1 m de hauteur. Le débit, contrôlé avant et après chaque prélèvement, a été fixé à 100 mL min^{-1} .
- Pendant une journée, un suivi en continu a été réalisé dans la salle n°7. Ce suivi a été réalisé avec l'InterScan, afin d'observer les éventuelles évolutions de concentration en formaldéhyde dans la salle de classe en fonction des activités des élèves.

4. RESULTATS

Sur l'ensemble des salles instrumentées au cours de cette campagne, les résultats mettent en valeur la prédominance du formaldéhyde et de l'acétaldéhyde dans les échantillons prélevés. Bien que cinq autres aldéhydes aient été mesurés, seuls les résultats des concentrations de ces deux composés, largement majoritaires par rapport aux autres, sont présentés ici.

4.1 REPRESENTATIVITE TEMPORELLE « COURT-TERME »

4.1.1 RESULTATS DES MESURES DE TYPE ACTIF

Dans la salle de classe n°9, un suivi de l'évolution de la concentration en aldéhydes en fonction de l'heure de la journée a été réalisé à l'aide de prélèvements de type actif. Pour cela deux prélèvements ont été effectués le matin (de 8h30 à 11h00 et de 11h00 à 13h30) et deux l'après midi (de 13h30 à 15h00 et de 15h00 à 16h30) et ceci durant toute la semaine hormis le mercredi et le vendredi après midi (jour du démontage). Seule la dernière plage, de 15h00 à 16h30 correspond à une période de la journée où la salle est occupée en permanence par les élèves.

Le graphique suivant présente les évolutions des concentrations en formaldéhyde.

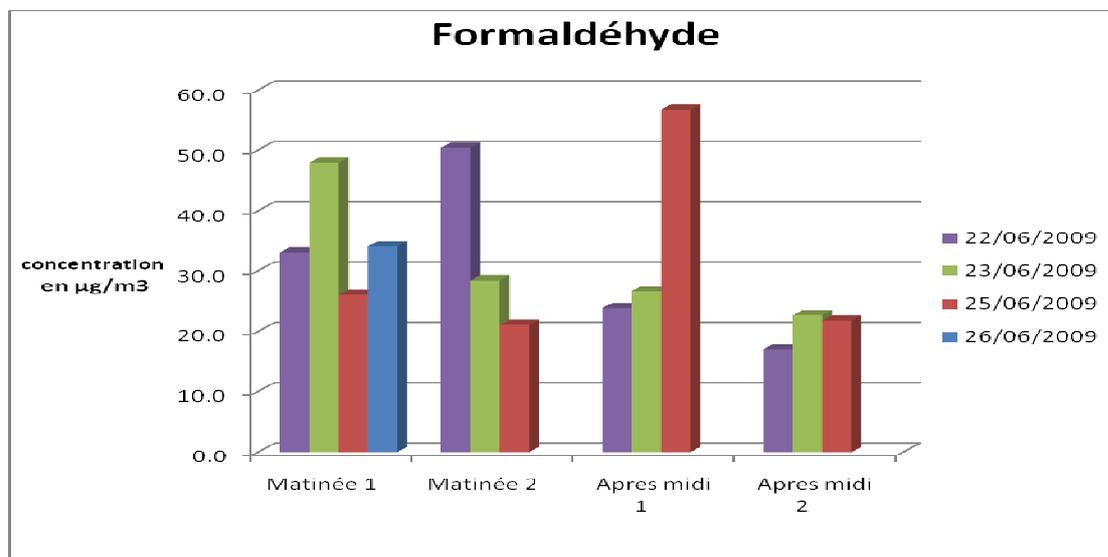


Figure 5: Variation de la concentration en formaldéhyde durant la semaine de prélèvement (22-26 juin) dans la salle de classe n°9.

Lors de la semaine de prélèvement, la concentration en formaldéhyde pendant les différentes journées varie entre $17 \mu\text{g m}^{-3}$ (après-midi 2 du 22 juin) et $56 \mu\text{g m}^{-3}$ (après-midi 1 du 25 juin), et les variations journalières ne sont pas répétées d'un jour sur l'autre. Cependant les moyennes journalières sont similaires comme le présente le tableau ci-dessous et égales à la concentration qui avait été mesurée de façon ponctuelle lors de la visite préliminaire avec l'Interscan, soit $30 \mu\text{g m}^{-3}$.

Tableau 3 : Résultats du formaldéhyde et moyennes des prélèvements actifs

FORMALDEHYDE					
	Matinée 1	Matinée 2	Après midi 1	Après midi 2	Moyenne
22/06/09	33.1	50.4	23.9	17.0	31.1
23/06/09	48.0	28.4	26.6	22.6	31.4
25/06/09	26.0	21.1	56.7	21.7	31.4
26/06/09	34.0				

En ce qui concerne l'acétaldéhyde, lors de la semaine de prélèvement, les concentrations mesurées varient entre $7 \mu\text{g m}^{-3}$ (après-midi 2 du 25 juin) et $176 \mu\text{g m}^{-3}$ (après-midi 1 du 25 juin), et les variations journalières ne sont pas répétées d'un jour sur l'autre. Contrairement au formaldéhyde les moyennes journalières ne sont pas répétées comme le présente le tableau ci-dessous.

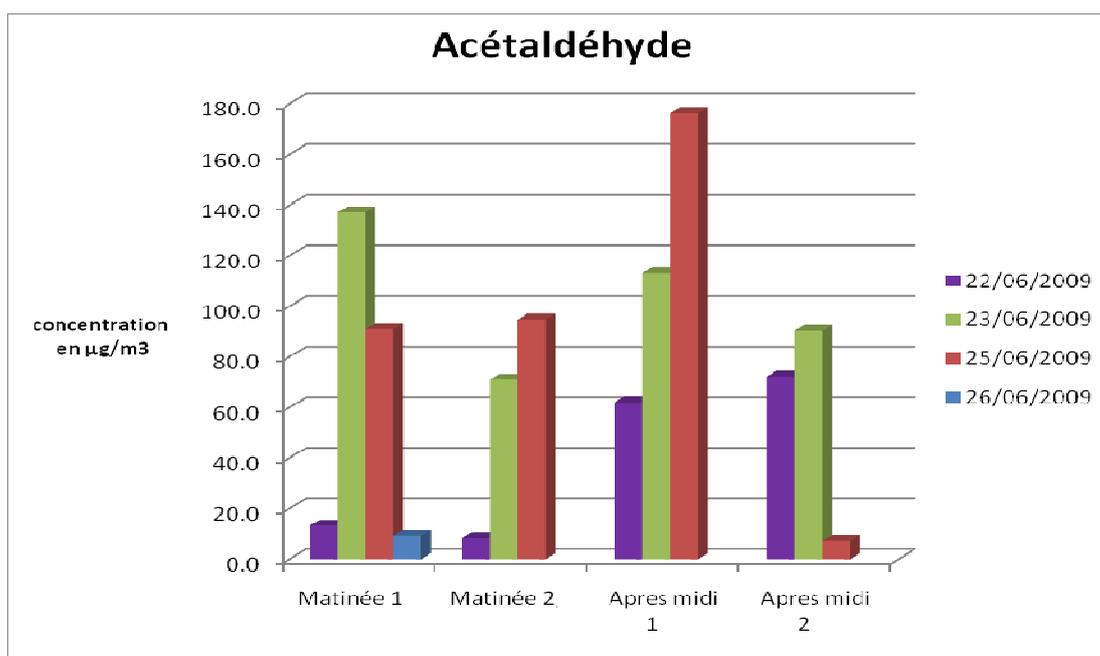


Figure 6 : Variation de la concentration en acétaldéhyde durant la semaine de prélèvement (22-26 juin) dans la salle de classe n°9.

Tableau 4 : Résultats de l'acétaldéhyde et moyennes des prélèvements actifs

ACETALDEHYDE					
	Matinée ½	Matinée 2/2	Après midi ½	Après midi 2/2	Moyenne
22/06/09	13.2	8.4	62.1	72.3	39.0
23/06/09	137.2	71.1	113.1	90.4	102.9
25/06/09	91.0	94.8	176.5	7.2	92.4
26/06/09	9.3				

Ainsi, que ce soit pour le formaldéhyde ou l'acétaldéhyde, des pics de concentration sont observés au cours de la journée. Ces concentrations élevées sont appelées pic car elles sont observées pendant quelques heures seulement de la journée de façon aléatoire. Ces pics surviennent chaque jour de façon irrégulière, à des moments différents de la journée, et ne sont pas répétables d'un jour à l'autre. Par ailleurs, les pics de formaldéhyde et d'acétaldéhyde ne sont pas corrélés, ce qui suppose des sources d'émissions différentes pour les deux composés. Des phénomènes de réactivité pourraient expliquer ces observations.

4.1.2 RESULTATS DES MESURES EN « CONTINU »

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des concentrations en formaldéhyde mesurées en continu pendant une journée dans une salle de classe en fonction des activités des élèves.

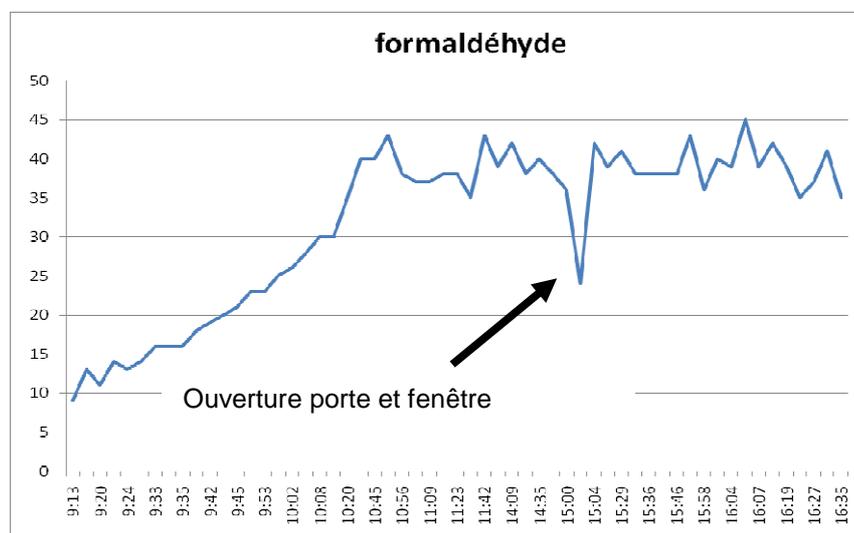


Figure 7 : Evolution de la concentration en formaldéhyde mesurée avec l'interscan

Ce graphique montre que la concentration en formaldéhyde augmente au cours de la journée de classe, pendant environ 2 heures. Cette évolution pourrait s'expliquer par une augmentation des concentrations en formaldéhyde dans la classe en lien avec son occupation par les élèves, leur activité, mais également

par une mise en route de l'appareil, pouvant être longue ainsi que l'ont montré les tests de 2008 (rapport LCSQA 2008⁸). Il serait intéressant de réitérer cette expérience pour identifier la cause de cette augmentation.

Les niveaux de formaldéhyde atteignent une valeur relativement stable d'environ 35 ppb (soit $\sim 40 \mu\text{g m}^{-3}$) durant le reste de la journée.

Excepté une chute brutale de la concentration vers 15h00 qui pourrait être imputable à l'ouverture de la porte et des fenêtres au cours de la récréation (notons que l'ouverture des portes à 11h30 à l'heure du repas n'a pas entraîné de diminution des concentrations mesurées), aucune modification particulière, fonction de l'activité dans la classe (coloriage, écriture...) n'a pu être observée.

4.2 REPRESENTATIVITE SPATIALE

4.2.1 CHOIX DE OU DES SALLES A SURVEILLER

Chaque salle à été instrumentée avec deux tubes passifs, placés au centre de la pièce, à une hauteur de 2 mètres. Cependant, les résultats des salles n°6 et 11 ne sont pas présentés en raison d'un problème survenu lors de l'analyse.

Les résultats ci-dessous présentent la moyenne des deux tubes exposés.

Tableau 5 : Concentrations en $\mu\text{g m}^{-3}$ en aldéhydes par prélèvement passif dans les différentes salles de l'école, moyenne sur 8 salles, sur les quatre salles choisies lors de la visite préliminaire, écart entre les deux moyennes (%).

Salle	1	3	4	5	7	8	9	10	Moyenne 8 salles	Ecart type	Moyenne 4 salles	Ecart moyennes
Formaldéhyde	15.7	14.4	18.8	19.9	17.5	20.7	18.9	17.8	18.0	2.1	17.4	3.4%
Acétaldéhyde	6.7	6.6	7.7	8.0	7.4	9.1	8.1	8.4	7.7	0.8	7.6	1.3%

La moyenne des concentrations en formaldéhyde mesurée pendant 4,5 jours sur l'ensemble des classes est de $18 \pm 2 \mu\text{g m}^{-3}$. Notons que si l'on prend en compte l'incertitude sur la mesure évaluée à $\sim 30\%$ (soit $18 \pm 5 \mu\text{g m}^{-3}$), cette dispersion entre les concentrations mesurées dans les différentes salles de l'école n'est pas significative.

La moyenne des concentrations mesurées sur 4,5 jours dans les 4 salles de classe identifiées au terme de la visite préparatoire est similaire à la moyenne des concentrations mesurées dans les 10 salles de classe identifiées.

Cette campagne semble donc indiquer que la représentativité de la stratégie d'échantillonnage spatial proposée dans le protocole de surveillance du formaldéhyde est satisfaisante pour cette école, dans ces conditions opératoires.

⁸ Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/missions-diverses/air-interieur/mesure-du-formaldehyde-0>

Notons que l'amplitude (différence entre la valeur de la salle la plus élevée et celle de la salle la plus faible) est du même ordre de grandeur que l'amplitude minimale mesurée au cours de la campagne de mesure réalisée par Atmo Rhône Alpes dans des écoles et des crèches en 2007⁹.

4.2.2 CHOIX DU POINT DE PRELEVEMENT DANS UNE SALLE

Les prélèvements ont été réalisés à des hauteurs de 1 et 2 mètres à chaque extrémité de la salle ainsi qu'au centre. Comme pour les autres salles, les prélèvements ont été doublés. Le tableau ci-après présente la moyenne sur les deux tubes pour le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

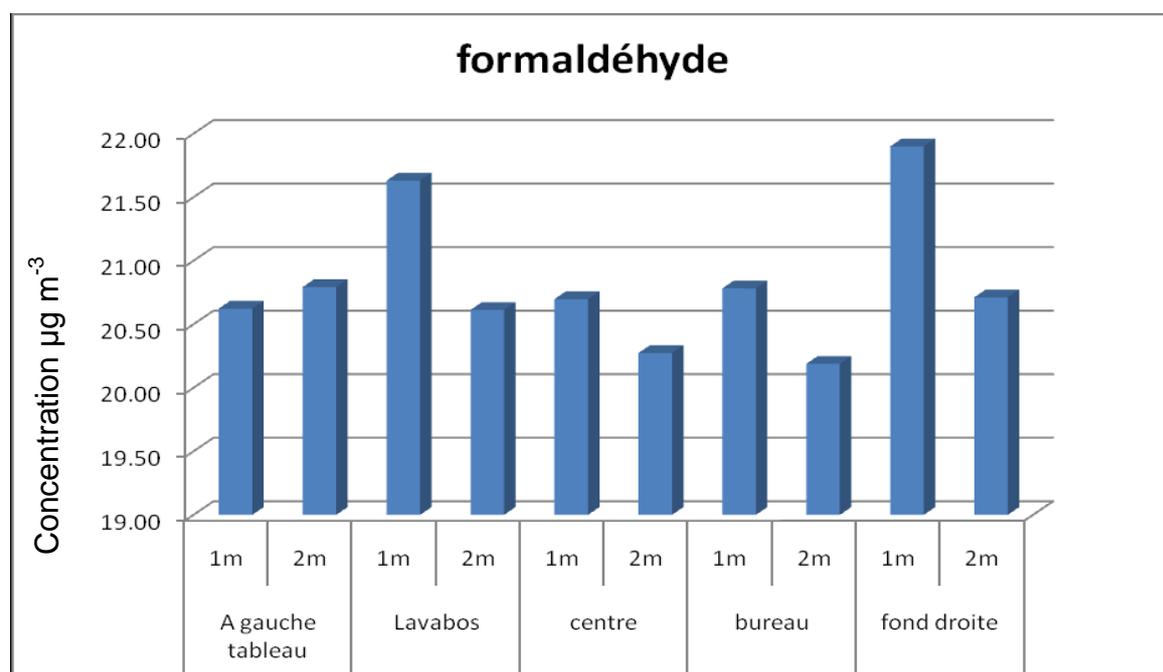


Figure 8 : Concentration en formaldéhyde selon la position dans la salle et la hauteur de prélèvement (µg m⁻³).

La concentration en formaldéhyde varie très peu (entre 20 et 22 µg m⁻³) quelle que soit la hauteur et l'emplacement du tube dans la pièce.

⁹ Disponible sur <http://www.atmo-france.org/fr/index.php/Demarrer-telechargement/217-Dans-les-lieux-clos-ouverts-au-public/538-Mesure-des-aldehydes-dans-les-ecoles-maternelles-et-les-crches-en-Rhone-Alpes.html>

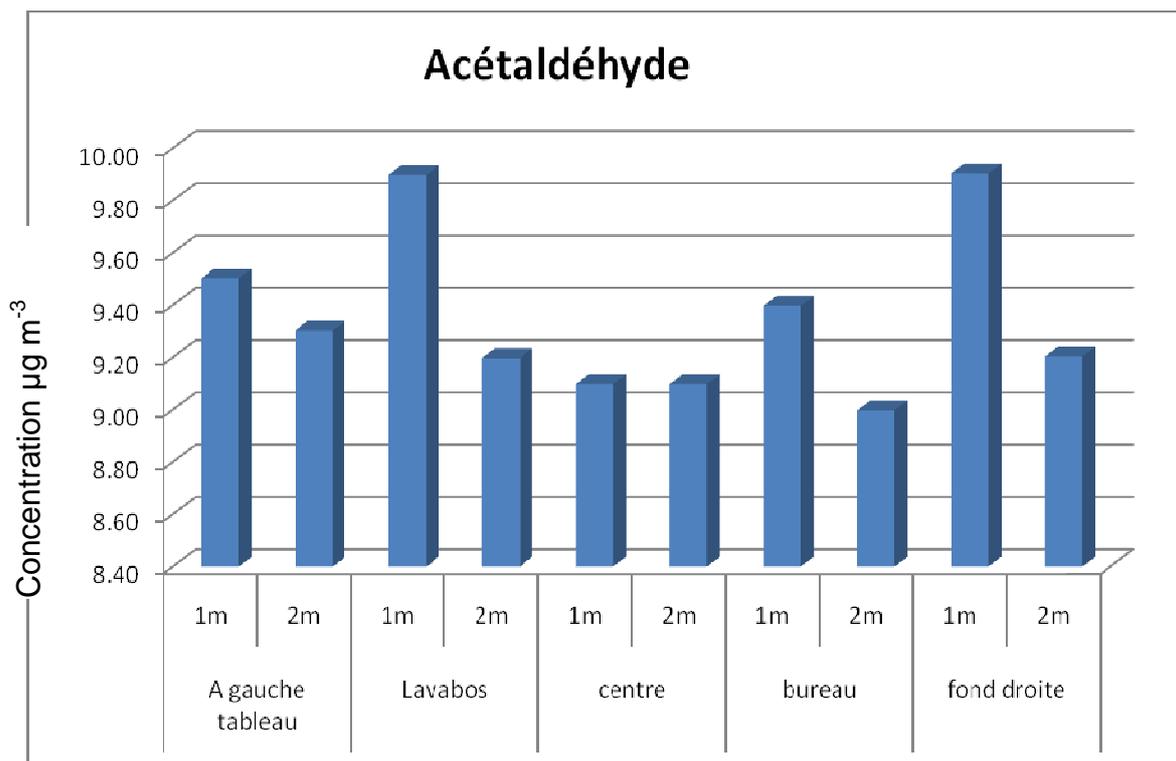


Figure 9 : Concentration en acétaldéhyde selon la position dans la salle et la hauteur de prélèvement ($\mu\text{g m}^{-3}$).

De même, la concentration en acétaldéhyde varie très peu (entre 9 et 10 $\mu\text{g m}^{-3}$) quelle que soit la hauteur ainsi que le point de prélèvement.

Ainsi, l'emplacement du tube dans la pièce ne semble pas influencer le prélèvement dans les conditions environnementales de cette campagne. En effet, la température ou des circulations d'air dans la pièce pourraient modifier les gradients de concentration horizontaux et verticaux.

4.3 DIFFERENCES JOUR/NUIT : COMPARAISON PRELEVEMENTS ACTIFS ET PASSIFS DANS LA SALLE 9

Des prélèvements actifs et passifs ont été réalisés simultanément dans la salle 9, les premiers uniquement durant la journée de classe, les seconds sur les quatre jours et demi de la semaine scolaire.

Le tableau ci-dessous présente la comparaison entre la moyenne des prélèvements actifs sur ces quatre jours et demi, correspondant aux niveaux de formaldéhyde rencontrés dans la journée, avec la concentration moyenne intégrée sur 4,5 jours d'exposition des tubes passifs correspondant aux niveaux de formaldéhyde enregistrés durant le jour et la nuit.

Tableau 6 : Comparaison des concentrations en $\mu\text{g m}^{-3}$ des prélèvements passifs et actifs

	Prélèvement actif	Prélèvement passif	Ecart actif – passif %
Formaldéhyde	31.3	20.7	40
Acétaldéhyde	78.1	9.1	150

Les résultats montrent une différence entre les deux types de prélèvements. Notons que l'écart, en air intérieur, entre la mesure par tube actif et celle par tube passif est en général faible, de l'ordre de quelques pour cents pour le formaldéhyde et de quelques dizaines pour cents pour l'acétaldéhyde (rapport LCSQA-08-15167A¹⁰).

Les écarts observés ici ne sont donc pas inhérents aux méthodes en elles-mêmes. Ils mettraient donc en valeur la propension des activités scolaires ou de la réactivité chimique diurne (ozonolyse, photolyse) à générer du formaldéhyde entraînant ainsi une augmentation des concentrations dans la journée. Notons, pour confirmer cette hypothèse, que les fenêtres et portes restent fermées pendant la nuit.

¹⁰ Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/missions-diverses/air-interieur/mesure-du-formaldehyde-0>

5. CONCLUSION

Cette campagne de mesure a été menée afin d'améliorer la connaissance des incertitudes sur la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde liées à la représentativité spatiale et d'apporter des éléments de réflexion quant à la représentativité temporelle des mesures en comparaison à une valeur de référence court-terme. **Il a ainsi été observé, dans les conditions environnementales propres à cette campagne et dans cette école en particulier :**

Représentativité spatiale : choix de ou des salles à surveiller

Les concentrations en formaldéhyde varient peu d'une salle à l'autre ainsi que le montrent les mesures par tube passif sur la semaine de classe. Ce n'était pas le cas des mesures ponctuelles réalisées à l'aide de l'analyseur en continu lors de la visite préliminaire. Ce point sera discuté dans la partie "remarque sur les différences jour/nuit" de cette conclusion.

La moyenne des concentrations mesurées sur 4,5 jours dans les 4 salles de classe définies au terme de la visite préparatoire est similaire à la moyenne des concentrations mesurées dans les 10 salles de classe identifiées.

Cette campagne semble donc indiquer que la représentativité de la stratégie d'échantillonnage spatial proposée dans le protocole de surveillance du formaldéhyde est satisfaisante, pour cette école. Dans le cadre de la phase II de la campagne pilote (2010-2011), l'ensemble des salles de classe de six écoles sera instrumenté pour compléter les observations de cette étude.

Représentativité spatiale : choix du point de prélèvement dans une salle

Les mesures réalisées en différents points d'une même salle de classe (au centre et sur les quatre côtés à environ 1 m du mur) ainsi qu'à deux hauteurs différentes (1 et 2 m) ont montré que l'emplacement du tube dans la pièce ne semble pas influencer le prélèvement dans les conditions environnementales de cette campagne. La température ou des circulations d'air dans la pièce pourraient en effet modifier les gradients de concentration horizontaux et verticaux.

Représentativité temporelle en comparaison à une valeur de référence court-terme : choix du jour et des heures de la journée

Des mesures par tube actif ont été réalisées toutes les deux heures et tous les jours de la semaine de classe (excepté le mercredi). Dans le cas du formaldéhyde, les moyennes journalières sont identiques suggérant ainsi que le choix du jour de la semaine pour réaliser le prélèvement de surveillance en rapport à une valeur de référence court terme n'a pas d'importance.

Par ailleurs, des pics de concentration en formaldéhyde et acétaldéhyde sont observés au cours de la journée. Ces pics surviennent chaque jour de façon irrégulière, à des moments différents de la journée, et ne sont pas répétables d'un jour à l'autre. Ainsi, le moment de la journée choisi pour réaliser la mesure "court terme" semble être déterminant mais il semble difficile, au vu de cette campagne, de définir une tendance pour l'apparition de ces pics.

Compte tenu des observations ci-dessus d'une part et des moyens de mesure du formaldéhyde disponibles à ce jour sur le marché d'autre part, une surveillance en rapport à une valeur de référence court terme sur quelques heures (ex : VGAI AFSSET de 2 heures), semble difficilement envisageable. Ce type d'étude nécessiterait un suivi dynamique des concentrations en formaldéhyde et de ce fait la mise en œuvre de moyens de mesure automatiques, en continu avec enregistrement des données. Ce type d'appareil se devrait également d'être adapté aux contraintes inhérentes à une mesure en air intérieur (encombrement, bruit...).

Remarque sur les différences jour/nuit et les pics de concentration journaliers : influence des activités scolaires et de la réactivité diurne.

Plusieurs observations au cours de cette campagne semblent mettre en évidence le rôle de la réactivité diurne des COV dans la formation de formaldéhyde et de d'acétaldéhyde.

Tout d'abord, contrairement aux mesures intégrées sur 4,5 jours par tubes passifs qui avaient montré une homogénéité des concentrations sur l'ensemble des classes, les mesures ponctuelles par analyseur en continu lors de la visite préliminaire avaient mis en valeur deux salles présentant des concentrations élevées par rapport aux autres. Ces différences pourraient s'expliquer par des différences d'activité dans les classes avant la prise de mesure réalisée au moment de la pause déjeuné.

De plus, les pics journaliers de formaldéhyde et d'acétaldéhyde ne sont pas corrélés ce qui suppose des sources d'émissions différentes pour les deux composés. Des phénomènes de réactivité pourraient expliquer ces observations.

Enfin, les différences entre la moyenne des mesures actives (sur la journée) et les mesures passives (jour et nuit), avec des concentrations plus élevées mesurées par tube actif, seraient révélatrices de sources d'émissions en formaldéhyde et acétaldéhyde liées à l'occupation des classes par les élèves au cours de la journée et à leurs activités ainsi qu'à des phénomènes de réactivité tels l'ozonolyse ou la photolyse des COVs présents dans l'atmosphère des classes. Notons, pour confirmer cette hypothèse, que les fenêtres et portes restent fermées pendant la nuit.

Mise en perspective par rapport à la campagne pilote

En application du protocole, la visite préliminaire de diagnostic de l'école n'avait mis en exergue aucune salle en particulier pouvant potentiellement présenter des niveaux élevés en formaldéhyde. Ces hypothèses ont été confirmées par les mesures réalisées sur l'ensemble des salles. Cette conclusion ainsi que les résultats de cette campagne devront être confrontés à l'ensemble des résultats de la campagne pilote nationale dans 300 écoles et crèches en particulier lors de l'exploitation des mesures de formaldéhyde prévue dans le programme de travail du LCSQA en 2010. Il est important de noter que de manière générale, les résultats de cette étude confortent la stratégie d'échantillonnage établie par les protocoles.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Atmo Rhône-Alpes, 2007, Mesure du formaldéhyde dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches de la région Rhône-Alpes

L. CHIAPPINI, 2008, Rapport LCSQA : Mesure du formaldéhyde, référence DRC-08-94304-15167A.

C. MARCHAND, 2008, Rapport LCSQA : Elaboration de protocoles pour la mesure du formaldéhyde, du benzène et de monoxyde de carbone dans l'air des lieux clos au public, référence DRC-08-94298-15176A.

7. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Fiche LCSQA 2008	2
Annexe 2	Descriptif des salles de classe	5

ANNEXE 1

Fiche 2009

THEME 8 AIR INTERIEUR

Etude 8.3 Mesure du formaldéhyde

Institut responsable de l'étude: INERIS

Objectifs:

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Améliorer la connaissance des incertitudes sur la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde par le biais d'une campagne de mesure dans une école et tester les analyseurs en continu n'ayant pu être testés en 2008.
- Améliorer la connaissance des incertitudes sur la métrologie du formaldéhyde en engageant une collaboration avec la Fondazione Salvatore Maugeri (FSM) pour tenter de réduire les niveaux de blanc des tubes passifs Radiello et par conséquent le temps d'échantillonnage.

Contexte et travaux antérieurs:

Le formaldéhyde est l'un des polluants majeurs des atmosphères intérieures, du fait, entre autres, de ses multiples sources d'émission.

Il fait l'objet d'une attention particulière des autorités du fait de son caractère irritant et de son classement en cancérogène certain chez l'Homme depuis 2004.

Au cours de l'année 2007, des travaux portant sur la mesure du formaldéhyde par tube passif et actif et sur l'efficacité de l'emploi d'un filtre à ozone sur la réduction de l'artefact négatif exercé par cet agent oxydant ont été menés.

A la fin de l'année 2007, une campagne de mesure mettant en jeu les mêmes outils a été menée dans un Etablissement Recevant du Public. Ces essais avaient révélé un fort niveau de blanc des tubes passifs altérant les prélèvements de courte durée. Une certaine tendance à la surestimation des tubes passifs Radiello par rapport aux cartouches Sep-Pack active, de l'ordre d'une trentaine de pourcents, avait été observée pour des temps d'exposition court de 8 et 24 heures. Ces surestimations peuvent s'expliquer par les forts niveaux de blanc et par des valeurs de débits données par la FSM peu adaptées à de tels temps d'exposition.

En 2008, des essais sur des temps d'exposition plus longs (48 heures) ont été mis en œuvre avec des prélèvements par tubes passifs (Radiello) et actifs (Cartouches Sep-Pack) ainsi que par des analyseurs en continu développés au laboratoire IRCE de Lyon et au CEA Saclay. Ces moyens de prélèvement ont été testés tout d'abord en chambre d'exposition puis en atmosphère réelle, dans un bureau. Parallèlement à ces tests, un état des lieux des méthodes de mesure du formaldéhyde a été réalisé.

Travaux proposés:

Les travaux proposés pour l'année 2009 se déclinent selon deux aspects :

- **Amélioration de la connaissance des incertitudes liées à la stratégie d'échantillonnage : Campagne d'évaluation de la variabilité spatiale des concentrations en formaldéhyde dans une école.**

Dans le but de mieux appréhender l'incertitude liée à la stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde en air intérieur, une campagne de mesure dans une école sera menée, à la demande du MEEDDAT, en accord avec les protocoles rédigés pour la surveillance du formaldéhyde dans les établissements scolaires et d'accueil de la petite enfance. Des mesures par tubes passifs Radiello dans les différentes classes de l'école, ainsi qu'en différents points d'une même salle de classe sont prévues. Les émissions de formaldéhyde étant dépendantes de la température et plus importantes en période estivale, la campagne devrait être prévue vers les mois de mai ou juin.

Cette campagne sera également l'occasion d'évaluer les performances des analyseurs en continu non testés en 2008. Des essais en chambre d'exposition pourront être menés en 2010 en complément de ces mesures en atmosphère réelle.

- **Amélioration de la connaissance des incertitudes liées à la métrologie du formaldéhyde : Réduction des niveaux de blanc des tubes passifs Radiello en collaboration avec la FSM**

Pour améliorer les niveaux de blanc souvent élevés des tubes Radiello empêchant de mener des prélèvements sur de courte durée, une collaboration avec la FSM est envisagée. Des essais pourraient être menés à la fois dans la chambre d'exposition de l'INERIS et dans celle de la FSM.

Par ailleurs, des essais en chambre d'exposition pour évaluer les performances des tubes passifs Radiello en accord avec les protocoles « écoles », en atmosphère réelle et simulée pourront être menés en **2010**. Ce travail permettrait d'évaluer les performances des tubes passifs Radiello pour un temps d'exposition de 4,5 jours dans un premier temps. Pour compléter les essais en atmosphère simulée, des essais en atmosphère réelle dans des environnements intérieurs différents pourraient être envisagés.

Titre de l'étude	Mesure du formaldéhyde
Personne responsable de l'étude	L Chiappini
Travaux	Pluri-annuels
Durée des travaux pluriannuels	3 années
Heures d'ingénieur	EMD : INERIS : 350 LNE
Heures de technicien	EMD : INERIS : 660 LNE
Document de sortie attendu	Rapports d'étude
Lien avec le tableau de suivi CPT	
Lien avec un groupe de travail	
Matériel acquis pour l'étude	

ANNEXE 2

Descriptif des salles de classe

QUESTIONNAIRE SALLES de CLASSE

Nom École : Sans objet

DATE : 09/06/2009

Un questionnaire par pièce investiguée
A remplir conjointement par le responsable de l'activité de la pièce étudiée et/ou l'opérateur de la surveillance

Description succincte de la pièce investiguée		SALLE N°	
1.	Rénovation de la pièce (depuis moins de 6 mois) ?		
	Oui		1
	Non	x	2
1.1.	Type de revêtement au sol		
	Moquette		1
	Parquet		2
	Carrelage	x	3
	Sol plastique		4
	Autre		5
1.1.1	Mode de fixation du revêtement => sans objet		
	Posé		1
	Collé		2
1.2.	Type de revêtement aux murs		
	Papier-peint		1
	Toile de verre + peinture	x	2
	Peinture seule		3
	Bois (lambris)		4
	Autre		5
2.	Mobilier neuf (depuis moins de 6 mois) ?		
	Oui		1
	Non	x	2
2.1.	Type et nature du mobilier		
	Aggloméré/contreplaqué	~ 90%	1
	Massif	~ 10%	2
3.	Les entrées d'air sont-elles dégagées ?		
	Oui	x	1
	Non		2
	Pas d'entrées d'air		3
4.	Nature des éléments de distribution de chaleur		
	Radiateurs/convecteurs	x	1
	Sol		2
	Climatisation		3
5.	Un système de ventilation spécifique est-il présent dans la pièce et si oui, de quel type ?		
	Ventilation naturelle (grilles ou conduits).....	x	1
	Ventilation mécanique contrôlée		2
	Absence de système spécifique de ventilation		3

QUESTIONNAIRE SALLES de CLASSE

Nom École : Sans objet	DATE : 09/06/2009
------------------------	-------------------

Un questionnaire par pièce investiguée
A remplir conjointement par le responsable de l'activité de la pièce étudiée et/ou l'opérateur de la surveillance

Description succincte de la pièce investiguée		SALLE N°3 et 4	
1. Rénovation de la pièce (depuis moins de 6 mois) ?			
Oui			1
Non mais durant l'été 2008 : remplacement tableau (craie) + sur mur attenant : pose toile de verre et peinture	x		2
1.1. Type de revêtement au sol			
Moquette			1
Parquet			2
Carrelage	x		3
Sol plastique			4
Autre			5
1.1.1 Mode de fixation du revêtement => sans objet			
Posé			1
Collé			2
1.2. Type de revêtement aux murs			
Papier-peint			1
Toile de verre + peinture	x		2
Peinture seule			3
Bois (lambris)			4
Autre			5
2. Mobilier neuf (depuis moins de 6 mois) ?			
Oui			1
Non	x		2
2.1. Type et nature du mobilier			
Aggloméré/contreplaqué		~ 90%	1
Massif		~ 10%	2
3. Les entrées d'air sont-elles dégagées ?			
Oui	x		1
Non			2
Pas d'entrées d'air			3
4. Nature des éléments de distribution de chaleur			
Radiateurs/convecteurs	x		1
Sol			2
Climatisation			3
5. Un système de ventilation spécifique est-il présent dans la pièce et si oui, de quel type ?			
Ventilation naturelle (grilles ou conduits).....	x		1
Ventilation mécanique contrôlée			2
Absence de système spécifique de ventilation			3

QUESTIONNAIRE SALLES de CLASSE

Nom École : Sans objet

DATE : 09/06/2009

Un questionnaire par pièce investiguée
A remplir conjointement par le responsable de l'activité de la pièce étudiée et/ou l'opérateur de la surveillance

Description succincte de la pièce investiguée

**SALLE
N°5, 8 et 11**

1. Rénovation de la pièce (depuis moins de 6 mois) ?

Oui

1

Non mais durant l'été 2008 :
remplacement tableau (craie) + sur mur attenant : pose toile de verre et peinture

x

2

1.1. Type de revêtement au sol

Moquette

1

Parquet

2

Carrelage

x

3

Sol plastique

4

Autre

5

1.1.1 Mode de fixation du revêtement => sans objet

Posé

1

Collé

2

1.2. Type de revêtement aux murs

Papier-peint

1

Toile de verre + peinture

x

2

Peinture seule

3

Bois (lambris)

4

Autre

5

2. Mobilier neuf (depuis moins de 6 mois) ?

Oui

1

Non

x

2

2.1. Type et nature du mobilier

Aggloméré/contreplaqué

100%

1

Massif

2

3. Les entrées d'air sont-elles dégagées ?

Oui

x

1

Non

2

Pas d'entrées d'air

3

4. Nature des éléments de distribution de chaleur

Radiateurs/convecteurs

x

1

Sol

2

Climatisation

3

5. Un système de ventilation spécifique est-il présent dans la pièce et si oui, de quel type ?

Ventilation naturelle (grilles ou conduits).....

x

1

Ventilation mécanique contrôlée

2

Absence de système spécifique de ventilation

3

QUESTIONNAIRE SALLES de CLASSE

Nom École : Sans objet

DATE : 09/06/2009

Un questionnaire par pièce investiguée
A remplir conjointement par le responsable de l'activité de la pièce étudiée et/ou l'opérateur de la surveillance

Description succincte de la pièce investiguée		SALLE N°6	
1. Rénovation de la pièce (depuis moins de 6 mois) ?			
Oui			1
Non mais durant l'été 2008 : remplacement tableau (craie) + sur mur attenant : pose toile de verre et peinture	x		2
1.1. Type de revêtement au sol			
Moquette			1
Parquet			2
Carrelage	x		3
Sol plastique			4
Autre			5
1.1.1 Mode de fixation du revêtement => sans objet			
Posé			1
Collé			2
1.2. Type de revêtement aux murs			
Papier-peint			1
Toile de verre + peinture	x		2
Peinture seule			3
Bois (lambris)			4
Autre			5
2. Mobilier neuf (depuis moins de 6 mois) ?			
Oui			1
Non	x		2
2.1. Type et nature du mobilier			
Aggloméré/contreplaqué		~ 60%	1
Massif		~ 40%	2
3. Les entrées d'air sont-elles dégagées ?			
Oui	x		1
Non			2
Pas d'entrées d'air			3
4. Nature des éléments de distribution de chaleur			
Radiateurs/convecteurs	x		1
Sol			2
Climatisation			3
5. Un système de ventilation spécifique est-il présent dans la pièce et si oui, de quel type ?			
Ventilation naturelle (grilles ou conduits).....	x		1
Ventilation mécanique contrôlée			2
Absence de système spécifique de ventilation			3

QUESTIONNAIRE SALLES de CLASSE

Nom École : Sans objet

DATE : 09/06/2009

Un questionnaire par pièce investiguée
A remplir conjointement par le responsable de l'activité de la pièce étudiée et/ou l'opérateur de la surveillance

Description succincte de la pièce investiguée		SALLE N° 7, 9 et 10	
1.	Rénovation de la pièce (depuis moins de 6 mois) ?		
	Oui		1
	Non	x	2
1.1.	Type de revêtement au sol		
	Moquette		1
	Parquet		2
	Carrelage	x	3
	Sol plastique		4
	Autre		5
1.1.1	Mode de fixation du revêtement => sans objet		
	Posé		1
	Collé		2
1.2.	Type de revêtement aux murs		
	Papier-peint		1
	Toile de verre + peinture	x	2
	Peinture seule		3
	Bois (lambris)		4
	Autre		5
2.	Mobilier neuf (depuis moins de 6 mois) ?		
	Oui		1
	Non	x	2
2.1.	Type et nature du mobilier		
	Aggloméré/contreplaqué	100%	1
	Massif		2
3.	Les entrées d'air sont-elles dégagées ?		
	Oui	x	1
	Non		2
	Pas d'entrées d'air		3
4.	Nature des éléments de distribution de chaleur		
	Radiateurs/convecteurs	x	1
	Sol		2
	Climatisation		3
5.	Un système de ventilation spécifique est-il présent dans la pièce et si oui, de quel type ?		
	Ventilation naturelle (grilles ou conduits).....	x	1
	Ventilation mécanique contrôlée		2
	Absence de système spécifique de ventilation		3