

LA MESURE EN TEMPS RÉEL ... UNE AMÉLIORATION CONTINUE

Roberge, Brigitte, ROH, Gravel, Rodrigue
Goyer Nicole, CIH

Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST)

Certains contaminants chimiques, tels le formaldéhyde (HCHO), ont une valeur limite d'exposition (VLE) à ne pas dépasser (valeur plafond). Or, la méthode d'évaluation couramment utilisée en hygiène du travail nécessite un prélèvement de longue durée, donc difficilement adaptable à ce type de VLE. Pour une valeur plafond, l'utilisation d'instruments à lecture directe (ILD) permet une évaluation en temps réel. Par contre, l'interprétation de leurs lectures exige de la vigilance, car la présence d'autres contaminants peut induire des lectures erronées. Un des agents de changement pour une amélioration continue dans le cadre du processus de la prévention est la recherche. Par conséquent, cette étude qui vise à documenter en laboratoire l'effet et/ou l'interférence sur la lecture de ILD pour la mesure du HCHO est un de ces agents pour améliorer les stratégies d'évaluation et actions. Le HCHO est généré par chauffage du paraformaldéhyde à des concentrations de 0,1 à 2,5 ppm dans une chambre de génération. Les substances organiques, pouvant être présentes en milieux de travail simultanément au HCHO, ont été générées à des concentrations de 5 % à plus de 100 % de leur norme respective. Les ILD ont été exposés à ces dernières vapeurs (effet sur la lecture) et à des mélanges d'une substance et de HCHO (interférence). Les lectures obtenues ont été analysées par rapport à la norme de HCHO en vigueur au Québec, celle des substances et des caractéristiques des ILD.

Introduction

À la demande du Conseil d'administration de la Commission de la santé et sécurité du travail (CSST), l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) a réalisé entre 2002 et 2004 une étude sur l'*Impact d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde* (1). La norme du formaldéhyde (HCHO) est de 2 ppm ou 3 mg/m³, valeur plafond à ne pas dépasser (2).

Dans le cadre de cette étude, un portrait de l'exposition au HCHO de travailleurs œuvrant dans des entreprises de différents secteurs d'activités économiques québécoises a été réalisé en utilisant une méthode dite intégrée de longue durée selon la méthode analytique normalisée de

l'IRSST 295-1 (3) sur un tube de polymère XAD-2 imprégné d'hydroxyméthyle pipéridine. Des mesures en poste fixe ont également été faites avec des ILD. Ces derniers ont des limites d'utilisation qui, fréquemment, ne sont pas spécifiées par leur fabricant. Enfin, certaines de leurs caractéristiques physiques et d'opération limitent leur capacité à évaluer la valeur plafond d'un contaminant.

La présente étude vise à documenter en laboratoire les *effets*¹ et les *interférences*² induits par des substances organiques concomitamment présentes

¹ Une substance peut induire un effet sur le signal (lecture) du système de détection d'un ILD exposé à celle-ci à une concentration connue.

² Un mélange composé d'une substance et de HCHO peut interférer sur la lecture d'un ILD exposé à celui-ci.

avec le HCHO en milieux de travail sur certains ILD et ainsi, estimer la faisabilité technique de mesurer en temps réel des vapeurs de HCHO.

Méthodologie

Dans un premier temps, il faut s'assurer de la performance des instruments telle que spécifiée par leur fabricant (leur exactitude, leur précision et leur limite de quantification) en établissant leur courbe de réponse. Toutefois, les essais de l'étude visent principalement à expliquer certaines incohérences observées dans les lectures des ILD au cours de l'étude réalisée en 2002 (1).

Les instruments évalués sont un moniteur photoacoustique de marque Innova modèle 1312 (4) muni du filtre UA 986, un spectrophotomètre dans la région de l'infrarouge (IR) de marque Thermo Environmental Instruments modèle Miran série SapphIRe, un lecteur par colorimétrie de marque Dräger modèle CMS et un détecteur par électrochimie de marque PPM Technology modèle Formaldemeter^{MD} 400 (tableau 1).

Tableau 1 : Spécifications des ILD étudiés

ILD	Innova	Miran	CMS	PPM
Principe détection	IR/photoacoustique	IR/LiTaO ₃	Colorimétrie	Électrochimie
T réponse (sec)	60		100-600 (selon la concentration)	10 *
LQ (ppm)	0,06	0,11	0,2	0,05
Exactitude	- - -	± 10 %	±0,19 ppm à 1 ppm ±0,95 ppm à 5 ppm	
Précision	± 1 %		± 25 %	± 10 %

LiTaO₃ ; Détecteur de cet ILD est un filament de tantale de lithium.

T réponse : Temps de réponse en seconde.

* : Besoin d'une période de décontamination entre 2 lectures (jusqu'à 30 min).

LQ : Limite de quantification en ppm.

IR : Infrarouge (? = 3,57µm.)

Les substances étudiées étaient le méthanol, le phénol, le toluène, le xylène, l'éthylbenzène, l'alcool isobutylique, l'éthanol et le naphta VM&P. Ces substances peuvent être présentes, selon le procédé industriel, dans des milieux de travail où les vapeurs de HCHO sont susceptibles d'être présentes, notamment dans les industries du bois et des panneaux agglomérés (phénol), de la fabrication de formaldéhyde et de résines à base de formaldéhyde (phénol, méthanol), les services de thanatopraxie (méthanol), les secteurs du meuble (solvants, tel toluène, xylène, éthylbenzène, isobutanol, naphta VM&P), l'industrie de la transformation de matières plastiques (phénol), de la finition textile (solvants et colorants) et les laboratoires de pathologie (toluène, éthanol). Ces secteurs d'activités (5-12) ont fait l'objet d'interventions dans le cadre de l'étude sur l'abaissement de la norme de HCHO (1).

Des concentrations de HCHO (3) et d'autres substances organiques ont été générées dans une chambre développée par l'IRSST (13). La méthode de génération du HCHO à partir du paraformaldéhyde chauffé à 80 °C correspond à celle décrite par Balmat en 1985 (14), méthode utilisée notamment pour le diagnostic de l'asthme professionnel et pour l'étalonnage des ILD pour la mesure du HCHO.

Des vapeurs de HCHO ont été générées à des concentrations variant de 0,1 à 2,5 ppm et prélevées sur des tubes de XAD-2 imprégnés d'hydroxyméthyle pipéridine. Les prélèvements sont analysés par chromatographie en phase gazeuse avec détection à l'azote et au phosphore (CPG-DAP) selon la méthode analytique IRSST 295-1 (3) dont la limite de quantification est de 2 µg. L'exactitude de la méthode 295-1 (3) est

85 % et son incertitude étendue 10,1 %³. L'incertitude étendue comprend le coefficient de variation analytique et celui assumé pour le système de prélèvement, avec une certitude de ± 95 %. Les résultats de ces prélèvements ont servi de référence pour établir les courbes de réponse et pour les essais d'interférence.

Pour évaluer l'effet d'une substance et/ou son interférence sur la lecture des ILD, un deuxième générateur, non chauffé, a été utilisé. Au cours des essais pour estimer l'effet, la substance est générée seule. Six prélèvements sur le milieu collecteur approprié à la substance ont été effectués en parallèle à l'exposition des ILD. Ces résultats analytiques ont servi de référence pour estimer l'effet sur la lecture des ILD. Les essais pour estimer l'interférence due à une substance impliquaient la génération simultanée de HCHO et d'une substance. Trois prélèvements de HCHO sur XAD-2 et trois prélèvements sur le milieu collecteur approprié à la substance étaient effectués simultanément avec l'exposition des instruments. Les résultats analytiques obtenus en conformité aux méthodes de référence de l'IRSSST (tableau 2) (15) servaient de référence pour estimer l'interférence sur la lecture.

Tableau 2 : Méthodes analytiques par substance

Substance (méthode)	E (%)	IE (%)	LQ (μg)	V (l)	VEMP (ppm)
Méthanol (92-2)	96	9,98	60	3	200
Éthanol (91-2)	nd	10,7	95	1	1 000
Éthylbenzène (250-1)	99	9,9	43,3	10	100
Naphta VM&P (29-1)	98	10,0	170	10	300
Toluène (16-2)	92	10,1	10	5	50
Xylène (101-2)	99	10,6	50	12	100
Isobutanol (278-1)	95	10,1	75	10	50
Phénol (12-4)	nd	nd	9,2	15	5

³ Les données d'exactitude et d'incertitude étendue ont été obtenues conformément à l'instruction de travail 1-G-020 actuellement en processus d'approbation (27/05/2005) du Manuel de qualité Direction des opérations, Services et expertise de laboratoire IRSSST.

E : Exactitude.

IE : Incertitude étendue.

LQ : Limite de quantification en μg .

VEMP : Valeur d'exposition moyenne pondérée – 8 h en ppm.

nd : non disponible.

Des essais ont été effectués pour confirmer l'absence d'autres aldéhydes ou d'autres substances potentiellement entraînées au cours de la dépolymérisation du paraformaldéhyde par chauffage. Ces substances auraient pu induire une lecture des ILD. Des prélèvements sur tube de copolymère styrène-divinylbenzène imprégné de 2-hydroxyméthyle pipéridine (Orbo 23) ont été effectués en triplicata à trois reprises à une concentration d'environ 1 ppm de formaldéhyde aux conditions de génération utilisées dans l'étude. L'analyse de ces prélèvements a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM) (15). Les conditions des générations étaient d'environ 20 % d'humidité relative et d'environ 20 °C. La durée des essais tenait compte du débit et du volume recommandés était estimée en fonction des concentrations ciblées.

Résultats et discussion

Une valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) du HCHO peut être mesurée avec exactitude et précision selon les méthodes normalisées reconnues en hygiène du travail. Or, le HCHO a une valeur plafond comme norme (16-18). Les mesures prises avec des ILD au cours de l'étude sur *l'Impact d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde* (1) ont confirmé les difficultés à évaluer une valeur plafond avec des ILD compte tenu de la présence de substances chimiques. Les conclusions majeures ressortis de cette première étude sont : les lectures du CMS étaient inférieures à celles de l'Innova, la corrélation entre leurs lectures est très faible ($R^2 < 0,43$), les lectures avec le PPM nécessitent une période de stabilisation ou décontamination pouvant atteindre 30 minutes entre deux lectures.

Les interférences dues aux autres substances potentiellement présentes ont été pointées pour expliquer les lectures erronées dans les milieux de travail. Les résultats de la présente étude tentent de confirmer et de documenter ces effets et/ou interférences potentielles.

La génération du HCHO ne contient aucun autre aldéhyde, ni acide formique pouvant induire une lecture sur un des ILD. La variation des concentrations au cours des essais est estimée à $\pm 0,1$ ppm. Les courbes de réponses de ceux-ci (figures 1 et 2) ont été établies à partir de concentrations connues par des prélèvements analysés selon la méthode normalisée de l'IRSST. Selon les résultats de l'étude (19), l'erreur moyenne des lectures [(Ranalytique-lectures)/Ranalytique] et leur précision (moyenne des écarts types des lectures) sont énumérées au tableau 3. Le critère retenu aux fins de discussion consiste en une addition de la limite de quantification spécifiée par le fabricant et la variation estimée des concentrations générées au cours d'un essai. Il est comparé à la moyenne des écarts types pour coter la précision de la lecture des ILD.

Pour la plage variant de 0,5 à 1,7 ppm, l'erreur moyenne du Innova est ± 12 %. En conséquence, ses lectures sont estimées exactes. La moyenne des écarts-type de cette plage (0,15 ppm) est inférieure au critère. Donc, les lectures de cet ILD sont estimées être précises (répétitives).

Pour le Miran, l'erreur calculée pour la plage de 0,6 à 1,4 ppm varie en moyenne de 13 %. En général, ses lectures sont inférieures aux résultats analytiques aux conditions d'étalonnage effectué par le fabricant (± 30 %). Au regard des moyennes des écarts-type (0,11 ppm), les lectures sont estimées comme étant précises (répétitives) sur toute la plage des concentrations couverte par les essais.

Les lectures du CMS ont été corrigées pour l'écart de température et d'humidité relative des essais et d'étalonnage par le fabricant. Elles tendent vers le double des résultats analytiques. L'erreur moyenne calculée de ses lectures pour l'évaluation du HCHO est supérieure à 50 % et ce, malgré la correction apportée. Compte tenu

des moyennes des écarts-type (0,31 ppm), sa lecture corrigée est estimée non précise (non répétitive), particulièrement dans la plage supérieure à 1,1 ppm.

Tableau 3 : Erreur et précision des lectures des ILD

Paramètre/ILD	Innova	Miran	CMS	PPM
Erreur (%)	12	-30	50	21
Précision (ppm)	$\pm 0,15$	$\pm 0,11$	$\pm 0,31$	$\pm 0,11$
LQ (ppm)	0,06	0,11	0,2	0,05
+ VECG (ppm)	0,1			
Critère (ppm)	0,16	0,21	0,3	0,15

VECG : Variation estimée des concentrations générées.

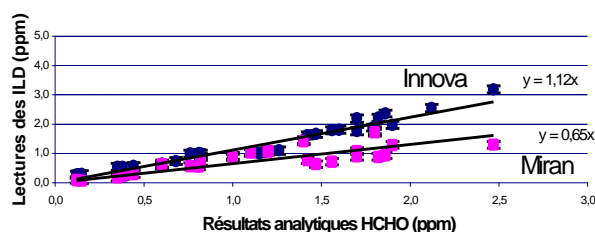
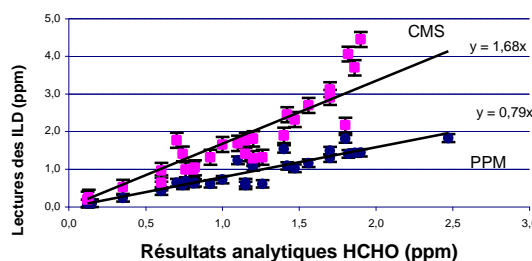


Figure 1 : Courbe de réponse du Innova et du Miran

Figure 2 : Courbe de réponse du CMS et du



PPM

Les moyennes des lectures du PPM sont inférieures aux résultats analytiques. L'écart entre ces deux concentrations varie jusqu'à - 34 %. L'erreur moyenne est estimée à $\pm 21,3$ %. L'écart-type entre les lectures (0,11 ppm) est inférieur au critère. Au regard des moyennes des écarts-type, la lec-

ture de cet instrument est estimée être précise (répétitive).

Le tableau 4 liste quelques résultats obtenus lors des essais pour estimer l'effet d'une substance sur la lecture des ILD et/ou l'interférence et énumère des exemples de milieux de travail où ces substances peuvent être présentes. L'ensemble des résultats est énuméré dans le rapport de l'étude (19).

Tableau 4 : Lectures obtenues lors des essais pour estimer l'effet et/ou l'interférence

Concentration / substance (VEMP)	Innova (ppm)	Miran (ppm)	CMS (ppm)	PPM (ppm)
Milieux de travail : Industrie du bois, de panneaux agglomérés, fabrication du HCHO, de résine, de matière plastique				
6,1 ppm phénol (5 ppm)	0,23	-0,76	<0,2	8,84
3,4 ppm phénol / 0,56 ppm HCHO	2,18	1,44	0,9	5,2
Milieux de travail : Thanatopraxie, fabrication du HCHO, de résine				
65 ppm méthanol (200 ppm)	22,7	-0,63	<0,2	0,9
142 ppm méthanol / 0,9 ppm HCHO	555	-1,97	1,7	2,6
Milieu de travail : Laboratoire de pathologie				
141 ppm éthanol (1 000 ppm)	295,4	8,4	<0,2	6,5
130 ppm éthanol / 0,6 ppm HCHO	489	9,0	1,7	7,1
Milieux de travail : Laboratoire de pathologie, industrie du meuble				
20 ppm toluène (50 ppm)	0,85	0,20	<0,2	0,1
43 ppm toluène / 1,3 ppm HCHO	2,92	1,66	3,2	1,0
Milieu de travail : Industrie du meuble				
53 ppm naphta VM&P (300 ppm)	35,2	3,08	<0,2	<0,1
64 ppm naphta VM&P / 1,4 ppm HCHO	98,1	6,13	3,1	0,8

Les critères pour estimer si une substance induit un effet ou interfère la lecture d'un ILD sont :

Effet : Lecture > 2 LQ du ILD

Lecture > 0,3 ppm.

Interférence : Lecture – Ranalytique > 2 LQ.

À titre d'exemple, une substance ayant une concentration d'environ 5 % de sa norme peut induire une lecture supérieure au double de la limite de quantification du ILD et cette lecture peut égaler plus de 200 % de la norme du HCHO. Ainsi, une concentration d'éthanol (14 % de sa norme ou 141 ppm) affecte énormément la lecture du Innova (14 777 % par rapport à la norme du HCHO ou 295,4 ppm). Dans une telle situation, l'ILD ne pourrait être utilisé avec fiabilité en présence de la substance.

Quant aux interférences, un mélange de 130 ppm d'éthanol et de 0,6 ppm de HCHO entraîne une lecture significativement différente de la concentration réelle de HCHO. Les lectures respectives pour chacun des ILD, lorsque exposés à ce mélange, sont 489 ppm, 9 ppm, 1,7 ppm et 7,1 ppm. Dans cette situation, plusieurs de ces lectures sont supérieures à la norme du formaldéhyde bien que les instruments soient exposés à une concentration de 30 % de sa norme, 0,6 ppm de HCHO.

Plusieurs caractéristiques physiques et des particularités opérationnelles de certains ILD limitent la mesure en temps réel du HCHO. Mentionnons, pour illustrer les caractéristiques physiques, les poids et les dimensions du Innova et du Miran. Pour ce qui a trait aux particularités opérationnelles, mentionnons pour le CMS la durée du prélèvement selon les concentrations (pouvant atteindre 600 secondes) et les corrections des lectures (en fonction de l'écart de température et humidité) ainsi que pour le PPM la période, plus ou moins longue, de décontamination entre deux lectures.

Limite de l'étude

Bien que répétés pour confirmation des résultats, ces essais ne répondent pas aux critères d'analyse statistique reconnus pour établir ou modifier l'exactitude, la précision et la limite de quantification d'un instrument. Les résultats des essais pour estimer l'effet et/ou l'interférence ont été compilés à partir des lectures sur un seul exemplaire par type d'instrument. Les mesurages pour estimer l'effet d'une substance sur la lecture d'un instrument ont été faits à trois concentrations distinctes sur plus d'une journée. Ceux pour estimer l'interférence ont été faits sur au moins deux concentrations sur plus d'une journée. La moyenne des lectures de chacun des ILD au cours d'un essai à une concentration ciblée constitue le résultat rapporté. Le nombre des lectures par essai est fonction de la durée de l'essai, de la concentration ciblée, du volume nécessaire pour l'analyse. Celui pour le CMS et le PPM est inférieur à celui pour l'Innova et le Miran. Ce nombre moindre est dû au délai d'analyse pour le CMS et à celui de la décontamination pour le PPM ce qui limite la portée des résultats pour ces deux ILD. Enfin, les résultats sont fonction des conditions environnementales et méthodologiques dans lesquelles l'étude a été effectuée de même que les normes actuellement en vigueur au Québec.

Conclusion

L'évaluation de l'exposition des travailleurs à une substance ayant une valeur plafond, tel le HCHO, est complexe. Le recours à des ILD présente une solution. Toutefois, les caractéristiques physiques de ceux-ci peuvent présenter des restrictions parfois majeures pour cette évaluation, plus particulièrement, en zone respiratoire du travailleur lors de l'exécution de ses tâches. Bien que la lecture soit affichée dans un délai relativement court, il faut considérer la présence d'autres substances dans le milieu de travail qui peuvent induire un effet sur la lecture de l'instrument ou l'interférer. La connaissance de la présence de telles substances permet d'anticiper une erreur signi-

ficative du diagnostic au regard du respect de la norme québécoise actuelle du HCHO.

Compte tenu des résultats, les lectures obtenues avec les quatre ILD doivent être interprétées en portant une attention toute particulière à la présence suspectée d'autres substances. Selon le milieu de travail, plusieurs substances peuvent induire un effet sur leur lecture ou interférer celle-ci.

Références

- (1) Goyer, N., Perreault, G., Beaudry, C., Bégin, D., Bouchard, M., Carrier, G., Gérin, M., Lefebvre, P., Noisel, N., (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, R-386, 126p. Montréal, Québec.
- (2) Gouvernement du Québec. (2001). *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*. Décret 885-2001, Éditeur officiel, Québec.
- (3) IRSST (1995). *Analyse du formaldéhyde dans l'air - Méthode 295-1*. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec, Montréal, Québec.
- (4) IRSST (2000). *Étalonnage d'un instrument à lecture directe ayant un système de détection par spectroscopie photoacoustique infrarouge - Méthode 39-A*. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal, Québec.
- (5) Goyer, N., Beaudry, C., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industrie de fabrication panneaux agglomérés*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA3-386, 100p. Montréal, Québec.

- (6) Goyer, N., Beaudry, C., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Autres industries du bois*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA4-386, 49p. Montréal, Québec.
- (7) Goyer, N., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industrie de la fabrication de meubles en bois*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA5-386, 50p. Montréal, Québec.
- (8) Goyer, N., Beaudry, C., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industries de fabrication de formaldéhyde et de résines à base de formaldéhyde*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA6-386, 54p. Montréal, Québec.
- (9) Goyer, N., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Laboratoires de pathologie*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA8-386, 38p. Montréal, Québec.
- (10) Goyer, N., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industrie des services funéraires*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA9-386, 24p. Montréal, Québec.
- (11) Goyer, N., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industrie de finition textile*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA10-386, 54p. Montréal, Québec.
- (12) Goyer, N., Beaudry, C., Bégin, D. et al, (2004). *Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde Industrie de transformation de matières plastiques*. Études et recherches, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, RA11-386, 52p. Montréal, Québec.
- (13) Lemièrre, C., Clouthier, Y., Perreault, G., Drolet, D., Cartier, A., Malo, J.L., (1996). *Closed-circuit Apparatus for Specific Inhalation Challenges with an Occupational Agent, Formaldehyde, in Vapor Form*. Occupational and Environmental Lung Disease, CHEST 106(6) pp1631-1635.
- (14) Balmat, J.L., (1985). *Generation of Constant Formaldehyde Levels for Inhalation Studies*. American Industrial Hygiene Association Journal 46(12) pp690-692.
- (15) IRSST (2005). *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail*, 8^e édition revue et mise à jour, Études et recherches, Guide technique T-06, 191p, Montréal, Québec.
- (16) Deadman, J-E., (2004). *Manuel d'hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque*, Enquête préliminaire en hygiène du travail, pp377-390. AQHSST Modulo-Griffon, Mont-Royal, Québec.
- (17) Lavoué, J., Deadman, J-E., (2004). *Manuel d'hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque*, Enquête approfondie en hygiène du travail : Stratégies d'évaluation de l'exposition et d'interprétation des données, pp391-437. AQHSST Modulo-Griffon, Mont-Royal, Québec.
- (18) Gagné, D., Chabot, A., Asselin, M., Mastromatteo, M., (2004). *Manuel d'hygiène*

du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque, Échantillonnage intégré et analyse de l'air, pp439-457. AQHSST Modulo-Griffon, Mont-Royal, Québec.

- (19) Roberge, B.; Gravel, R., *Évaluation en temps réel de vapeurs de formaldéhyde* Études et recherches Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail Rapport R-430, 2005, 33 p. Montréal, Québec.