



GUIDE DE PRÉVENTION **LE FORMALDÉHYDE EN MILIEU DE TRAVAIL**

préparé par Nicole Goyer, Denis Bégin, Charles Beaudry, Michèle Bouchard, Gaétan Carrier, Jérôme Lavoué, Nolwenn Noisel et Michel Gérin - octobre 2006



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

TRAVAILLENT POUR VOUS !

MISSION

- Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour.

De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.

www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST.

Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales

2006

ISBN 13 : 978-2-89631-064-7 (version imprimée)

ISBN 10 : 2-89631-064-9 (version imprimée)

ISBN 13 : 978-2-89631-065-4 (PDF)

ISBN 10 : 2-89631-065-7 (PDF)

ISSN: 0820-8395

IRSST - Direction des communications

505, boul. De Maisonneuve Ouest

Montréal (Québec)

H3A 3C2

Téléphone : 514 288-1551

Télécopieur : 514 288-7636

publications@irsst.qc.ca

www.irsst.qc.ca

Institut de recherche Robert-Sauvé

en santé et en sécurité du travail,

octobre 2006

ÉTUDES ET RECHERCHES

GUIDE DE PRÉVENTION LE FORMALDÉHYDE EN MILIEU DE TRAVAIL

Nicole Goyer, Service valorisation et relations avec les partenaires, IRSST
Denis Bégin, Charles Beaudry, Michèle Bouchard,
Gaétan Carrier, Jérôme Lavoué, Nolwenn Noisel et Michel Gérin,
Santé environnementale et santé au travail, Université de Montréal

GUIDE RG-471

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information. Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cliquez recherche www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

AVANT-PROPOS

La recherche sur les impacts sanitaires et économiques de l'abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde au Québec a permis de recueillir des données sur divers aspects : l'exposition des travailleurs québécois dans plusieurs secteurs d'activité économique, les sources d'émission, les tâches à risque et les moyens de maîtrise disponibles. Il en est découlé un rapport final qui présente l'ensemble des résultats permettant de documenter les impacts. (1)

Douze annexes constituant 12 documents autonomes, dont 10 portent sur les principaux secteurs d'activité concernés (2-13) ont aussi été publiées.

Pour les secteurs de la fabrication de panneaux, placages et contreplaqués, de la thanatopraxie, du vernissage de meubles en bois et des laboratoires de pathologie, des fiches spécifiques de prévention ont également été élaborées. (14-17)

Le présent guide et les fiches de prévention se veulent une synthèse pratique des travaux de recherche. Ils ont été produits à l'intention des intervenants en santé et sécurité du travail (préventionnistes, membres des comités de santé et sécurité, responsables santé et sécurité), des employeurs et des travailleurs afin de leur permettre de mieux comprendre les risques associés au formaldéhyde et de prendre des décisions éclairées quant aux moyens de prévention à mettre en place.

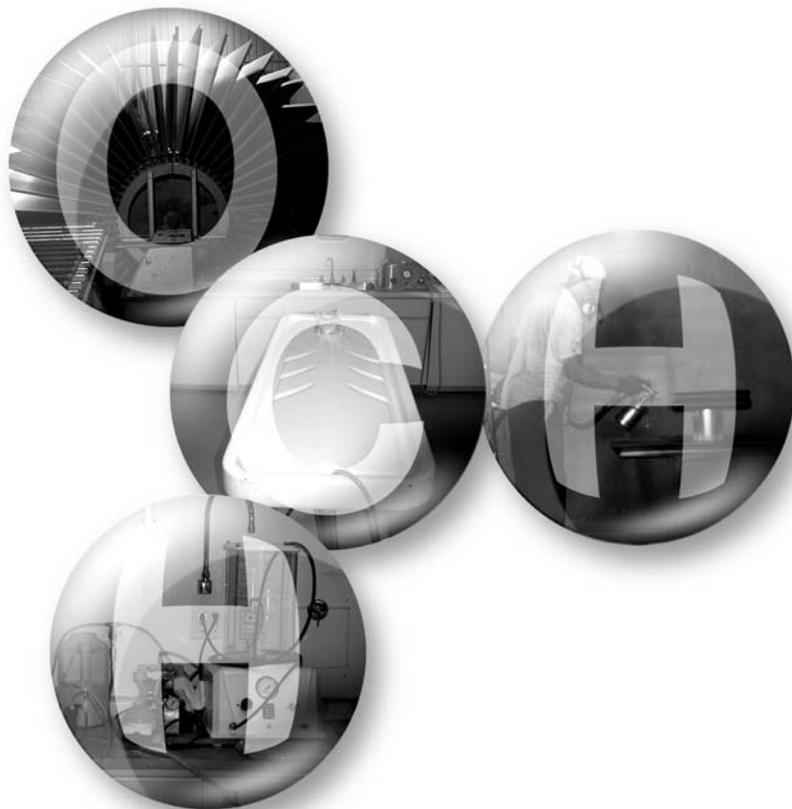


TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	1
CHAPITRE 1 : INFORMATIONS GÉNÉRALES	5
Sources de formaldéhyde dans l'environnement	6
Concentrations de formaldéhyde mesurées dans l'environnement	6
Utilisations industrielles du formaldéhyde	6
CHAPITRE 2 : EFFETS SUR LA SANTÉ ET PREMIERS SECOURS	7
CHAPITRE 3 : RÉGLEMENTATION	11
Protection de la santé et de la sécurité des travailleurs	11
Protection de l'environnement	13
Manipulation et stockage	14
Fuites accidentelles	15
CHAPITRE 4 : MÉTHODES ET STRATÉGIES DE MESURE DE L'EXPOSITION	17
Mesure de la concentration d'exposition moyenne pondérée	18
Mesure de la concentration d'exposition plafond	19
CHAPITRE 5 : MAÎTRISE DE L'EXPOSITION	21
Substitution et méthodes de travail	22
Ventilations locale et générale	22
Équipements de protection individuelle	23
Programme d'évaluation de l'exposition et formation des employés	23
CHAPITRE 6 : INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE	25
6.1 Fabrication de panneaux agglomérés	26
6.2 Fabrication de produits en bois	29
6.3 Fabrication de meubles en bois	32
6.4 Fabrication de formaldéhyde et de résines à base de formaldéhyde	34
6.5 Fonderies	36
6.6 Laboratoires de pathologie	38
6.7 Industrie des services funéraires	41
6.8 Industrie de finition textile	43
6.9 Industrie de transformation des matières plastiques	45
RÉFÉRENCES	47
LISTE DES TABLEAUX	
Tableau 1 : Principales caractéristiques physicochimiques du formaldéhyde	5
Tableau 2 : Valeurs limites d'exposition au formaldéhyde	12

CHAPITRE 1 INFORMATIONS GÉNÉRALES

Dans des conditions normales de température et de pression, le formaldéhyde est un gaz incolore ayant une odeur âcre et piquante. Selon la concentration, il peut avoir des effets irritants pour les yeux et les muqueuses respiratoires.

Le tableau 1 présente quelques caractéristiques et propriétés physicochimiques importantes du point de vue de la prévention de l'exposition.

TABLEAU 1 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU FORMALDÉHYDE

Formule chimique	HCHO
Numéro CAS	50-00-0
Synonymes	Méthanal Aldéhyde formique Formol ou formaline (solutions aqueuses)
Point d'ébullition	- 19 °C (1 atm)
Température d'auto-ignition	424 °C
Limites d'explosivité dans l'air	7 % – 73 %
Limites de détection olfactive	0,05 ppm – 1,00 ppm
Concentration représentant un danger immédiat pour la vie et la santé	20 ppm (24,6 mg/m ³)
Masse molaire	30,03 g/mol
Point d'éclair des solutions aqueuses à 37 % de formaldéhyde	
Sans méthanol	83 °C (creuset fermé)
15 % méthanol	50 °C (creuset fermé)
Facteurs de conversion des concentrations dans l'air (20 °C)	1 ppm = 1,23 mg/m ³ ; 1 mg/m ³ = 0,81 ppm

SOURCES DE FORMALDÉHYDE DANS L'ENVIRONNEMENT

Le formaldéhyde est quasi omniprésent dans l'environnement. Il provient de sources naturelles et de sources liées à l'activité humaine. La combustion des végétaux s'avère la plus importante source de formaldéhyde dite « naturelle ». Les gaz d'échappement des véhicules à moteur (diesel et à essence) génèrent la plus grande part des émissions d'origine humaine. Bien que les quantités globales de formaldéhyde associées soient faibles, l'utilisation de poêles à bois, de foyers, la consommation de cigarettes, et certaines méthodes de cuisson des aliments constituent des sources de contamination de l'air intérieur. De la même façon, la dégradation et le dégazage de certains produits contenant du formaldéhyde (panneaux agglomérés, textiles infroissables) peuvent contribuer à augmenter la concentration de formaldéhyde dans l'air intérieur.

Le formaldéhyde est rapidement et complètement dégradé dans l'air et l'eau. Dans le sol, il a plutôt tendance à demeurer en solution aqueuse. Il n'y a pas de bioaccumulation du formaldéhyde dans les organismes vivants.

Le formaldéhyde ne contribue pas à la diminution de la couche d'ozone ni au réchauffement climatique. Il ne pose pas de risque significatif pour la flore et la faune. En revanche, le formaldéhyde participe de façon importante au smog urbain. (18)

CONCENTRATIONS DE FORMALDÉHYDE MESURÉES DANS L'ENVIRONNEMENT

Au Canada, les concentrations maximales de formaldéhyde mesurées dans l'air extérieur entre 1989 et 1998 étaient respectivement 0,024 ppm en milieu urbain et 0,007 ppm en milieu rural. Dans les années 70 et 80, on a retrouvé des concentrations élevées de formaldéhyde dans l'air intérieur des habitations contenant de la mousse isolante urée-formaldéhyde (MIUF, interdite au Canada en 1980).

Suite à la modification des résines servant à la fabrication des matériaux de construction, les taux d'émission de formaldéhyde ont été fortement réduits. Les concentrations moyennes récentes de formaldéhyde dans l'air intérieur des habitations sont estimées de l'ordre de 0,04 ppm.

La contamination intérieure est en moyenne 10 fois plus élevée qu'à l'extérieur. On trouve du formaldéhyde dans l'eau et les sols à des teneurs respectives de quelques dizaines de mg/L et du mg/kg. (18)

UTILISATIONS INDUSTRIELLES DU FORMALDÉHYDE

Le formaldéhyde est principalement stocké et vendu sous forme de solutions aqueuses de concentrations variant entre 30 % et 56 % en masse. Ces solutions contiennent divers pourcentages de méthanol (jusqu'à 36 %), ajouté pour inhiber la polymérisation spontanée du formaldéhyde. En général, les solutions les plus concentrées ne contiennent pas d'inhibiteurs mais sont conservées et transportées à des températures élevées (~ 60 °C).

Le formaldéhyde est surtout produit par oxydation du méthanol, lui-même obtenu à partir du gaz naturel. Il est principalement utilisé dans la production de colles qui entrent dans la fabrication de panneaux agglomérés, de contreplaqués, de meubles et d'autres produits du bois. On emploie également le formaldéhyde dans la fabrication de diverses matières plastiques, de certains fertilisants, de résines utilisées dans les moules de fonderie en sable, ainsi que de certaines peintures et vernis. L'industrie du textile fait appel à ces résines comme apprêts pour rendre les tissus infroissables. Il sert également à la synthèse d'autres produits chimiques. Enfin, on a recours au formaldéhyde pour ses propriétés bactéricides dans de nombreuses formulations de produits désinfectants, de cosmétiques, de liquides d'embaumement et de solutions de conservation de tissus biologiques. Au Canada, environ 92 % de la consommation de formaldéhyde est destinée à la fabrication de colles à base de cette substance et à la synthèse d'autres produits chimiques. La fabrication d'engrais et les utilisations reliées à la désinfection représentent respectivement 6 % et 2 % de la consommation canadienne. (18)

L'exposition professionnelle au formaldéhyde par inhalation provient principalement de trois types de sources : la décomposition thermique ou chimique des résines à base de formaldéhyde, l'émission de formaldéhyde attribuable aux solutions aqueuses (par exemple, les liquides d'embaumement), ou la formation de formaldéhyde résultant de la combustion d'une variété de composés organiques (par exemple, les gaz d'échappement).

CHAPITRE 2 EFFETS SUR LA SANTÉ ET PREMIERS SECOURS

En milieu de travail, l'exposition au formaldéhyde se produit par différentes voies. Le formaldéhyde gazeux est absorbé par les voies respiratoires et lorsqu'en solution aqueuse, par contact cutané. (1, 2) Les effets sur la santé associés à une exposition à cette substance varient selon la voie d'exposition et la concentration ou dose absorbée. Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail du Québec fixe à 2 ppm dans l'air la valeur limite en valeur plafond d'exposition (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

Dans des situations extrêmes comme des accidents, il est possible que le formaldéhyde soit présent dans l'air en fortes concentrations, ce qui représente un danger immédiat considérable. Des concentrations égales ou supérieures à 20 ppm peuvent induire des œdèmes pulmonaires graves et éventuellement causer la mort. (20)

Dans le cas d'un contact direct avec la peau, le formaldéhyde peut entraîner des lésions cutanées telles que des irritations, des dermatites de contact irritatives et des dermatites de contact allergiques. Les symptômes se traduisent par des démangeaisons, des picotements et des rougeurs. Une sensibilisation cutanée est susceptible d'apparaître après un contact avec des solutions aqueuses de formaldéhyde de concentration égale ou supérieure à 2 %, (21) ou encore, des solides ou des résines contenant du formaldéhyde libre. (22) Lorsqu'une personne est sensibilisée, les manifestations de l'allergie cutanée (érythème) risquent de se produire à chaque contact avec des solutions de concentrations de plus en plus faibles (à partir de 0,5 % de formaldéhyde). (21) Ces effets sont facilement évitables en protégeant les régions de la peau exposées, par exemple, en portant des gants.

À la suite d'une exposition à l'air contaminé, le premier effet consiste en de l'irritation des muqueuses des yeux et de l'appareil respiratoire supérieur (nez et gorge). Les symptômes associés sont des picotements, rougeurs ou brûlures du nez et de la gorge, des écoulements nasaux et des yeux larmoyants. Ces symptômes sont généralement de degrés négligeable à léger lorsqu'il s'agit d'expositions à des concentrations de formaldéhyde inférieures à 1 ppm. Ils peuvent devenir gênants et même intolérables à des concentrations plus élevées, surtout lorsqu'elles excèdent 2 à 3 ppm. (1, 2)

Dans des cas rares, le formaldéhyde cause des altérations de la fonction pulmonaire de type sensibilisant ou allergique. (23,24) Elles se manifestent par une diminution de la capacité pulmonaire et le déclenchement de crises d'asthme susceptibles de se reproduire dans le cas de concentrations diminuant avec le temps. Ces effets ont été observés chez des sujets asthmatiques et non asthmatiques exposés à plus de 2 ppm. (2) Néanmoins, il n'existe pas de consensus dans la littérature scientifique concernant le fait que les asthmatiques réagissent plus fortement à l'exposition au formaldéhyde que les non-asthmatiques. L'effet allergène du formaldéhyde peut être aggravé par la présence de particules ou de poussières (par exemple, des poussières de bois) qui provoquent des réactions bronchiques même à des concentrations inférieures à 2 ppm. La CSST considère le formaldéhyde comme étant un agent causal de l'asthme professionnel. (24,25) Cependant, les concentrations documentées qui occasionnent de telles pathologies dépassent souvent la norme actuelle de 2 ppm, et le formaldéhyde n'est pas généralement le seul déclencheur. La présence simultanée de certains autres composés chimiques, de poussières ou particules contribue à induire le même type d'effets.

En cas d'exposition professionnelle pendant plusieurs années, le formaldéhyde a été relié à l'induction du cancer du rhinopharynx. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) l'a d'ailleurs classé comme substance cancérigène pour l'humain depuis juin 2004. (26) Au Québec, en considérant les concentrations présentes en milieu de travail et le nombre de travailleurs exposés, le nombre de cas de cancers du rhinopharynx lié à cette exposition devrait rester très faible. Selon des estimations prudentes, moins de un travailleur québécois par an développerait un cancer attribuable au formaldéhyde à la suite d'une exposition journalière durant 40 ans. (2) En ce qui concerne d'autres types de cancers (des sinus, de l'oro- et de l'hypopharynx, du pancréas, du larynx, du poumon, du cerveau et leucémies), les études épidémiologiques n'ont pas pu établir avec certitude des relations de cause à effet avec le formaldéhyde. (26)

Au Québec, actuellement, environ 150 000 travailleurs sont potentiellement exposés, mais le nombre de cas déclarés et reconnus par la CSST en tant que lésion professionnelle incriminant le formaldéhyde comme agent causal reste très faible. Entre 1994 et 1997, ce nombre s'élevait à 11 cas parmi 6 codes de la Classification des activités économiques du Québec (CAEQ). Ils étaient répartis ainsi : 5 irritations des yeux, 3 altérations de l'appareil respiratoire, 2 atteintes des bronches et poumons et 1 dermatite. (27) Par ailleurs, d'après le même registre (données de Surveillance médico-environnementale de la santé des travailleurs ou SMEST de 1994 à 1997), 403 femmes ont fait l'objet d'une demande de retrait préventif recommandé pour la travailleuse enceinte ou qui allaite en vertu du programme « Pour une maternité sans danger ». (27) Cependant, il est peu probable que le formaldéhyde atteigne le fœtus puisque cette substance est rapidement métabolisée au site de contact (21,28) et, à ce jour, aucun effet sur la reproduction n'a pu être clairement démontré. (28)

Comme pour de nombreuses autres substances chimiques ayant des conséquences sur la santé humaine, le degré des effets pour une concentration donnée varie d'une personne à l'autre (variabilité inter-individuelle) et chez un individu donné au cours du temps (variabilité intra-individuelle). Les effets attribués à l'exposition au formaldéhyde ne sont pas spécifiques. De nombreux facteurs sont capables d'induire les mêmes maux. Les irritations des yeux et des voies respiratoires supérieures peuvent aussi être causées par d'autres substances chimiques, des particules et des poussières, l'air sec, le tabac et le manque de sommeil, pour ne citer que quelques exemples. (2)

PREMIERS SECOURS

Dans les situations de secours, de premiers soins ou de mesures d'urgence, avant toute intervention directe auprès de la victime, la personne qui apporte de l'aide doit s'assurer de ne pas s'exposer au formaldéhyde. La première opération peut, selon les circonstances, consister à retirer la victime de la zone contaminée. Lorsque le formaldéhyde est sous forme gazeuse, il n'y a pas de risque de contamination secondaire. En revanche, si le formaldéhyde est en solution et qu'il a atteint les vêtements ou la peau de la victime, il y a possibilité d'exposition de l'intervenant, soit par contact direct, soit par inhalation de formaldéhyde. Il n'y a pas d'antidote pouvant être administré pour contrer les effets du formaldéhyde. Le traitement repose principalement sur l'atténuation des symptômes. (29-31)

En cas d'exposition cutanée, l'intervenant doit s'assurer de rincer la peau et les cheveux contaminés à grande eau durant un minimum de 15 minutes. (28) Si les yeux sont affectés, ils doivent être rincés durant 15 minutes avec de l'eau ou une solution saline. Les verres de contact peuvent être enlevés si cela ne cause pas de lésion supplémentaire. Après une exposition oculaire, la lésion doit être traitée comme une brûlure et un ophtalmologue doit être consulté le plus rapidement possible. Les victimes ayant subi une irritation sévère aux yeux ou à la peau doivent être réexaminées après 24 heures.

En cas d'inhalation à des niveaux dépassant 3 ppm, il est recommandé que le travailleur soit transféré à l'urgence d'un hôpital pour un suivi médical. (29-31)

En cas d'ingestion de formaldéhyde, il est recommandé de ne pas provoquer de vomissement et de ne pas procéder à un lavage gastrique. La victime doit être transférée aux services d'urgence d'un hôpital. (29-31)

CHAPITRE 3 RÉGLEMENTATION

Les aspects réglementaires sont abordés en fonction de la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs et de la protection de l'environnement.

PROTECTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS

Au Québec, le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) fixe la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde dans l'air à 2 ppm (3 mg/m³) en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

En vertu de l'annexe II de ce règlement, les solutions de formaldéhyde sont des matières dangereuses inflammables, combustibles et toxiques, et, en tant que telles, doivent être manipulées et stockées conformément aux articles de la section X « Entreposage et manutention de matières dangereuses ».

Le Service du répertoire toxicologique de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), en conformité avec le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), a assigné au formaldéhyde les classifications A « gaz comprimé », B1 « gaz inflammable », D1A « matière très toxique ayant des effets immédiats graves » pour ses effets toxiques aigus, D2A « matière très toxique ayant d'autres effets toxiques » pour sa cancérogénicité et D2B « matière toxique ayant d'autres effets toxiques », pour l'irritation des yeux chez l'humain et la mutagénicité chez l'animal. (32) Le formol (défini comme solution aqueuse de formaldéhyde à 37 %) s'est vu attribué les dénominations B3 « solution inflammable », D1A, D2A, D2B, et E « matière corrosive ». (32)

Les travailleurs québécois relevant de la réglementation fédérale sont soumis à la norme canadienne (0,3 ppm plafond). (33)

Le tableau 2 présente les normes réglementaires en vigueur pour le formaldéhyde dans diverses juridictions ainsi que les recommandations d'organismes indépendants ou gouvernementaux qui s'intéressent à la santé et à la sécurité des travailleurs.

TABLEAU 2 VALEURS LIMITES D'EXPOSITION AU FORMALDÉHYDE

JURIDICTION	VALEUR LIMITE D'EXPOSITION
Canada	0,3 ppm, plafond
Alberta	0,75 ppm, VEMP 8 h 2 ppm, plafond
Colombie-Britannique	0,3 ppm, VEMP 8 h 1 ppm, plafond
Manitoba	1 ppm, VEMP 8 h 2 ppm, VECD 15 min
Nouveau-Brunswick	0,5 ppm, VEMP 8 h 1,5 ppm, VECD 15 min
Nouvelle-Écosse Île-du-Prince-Édouard Saskatchewan Terre-Neuve	0,3 ppm, plafond
Ontario	1 ppm, VEMP 8 h 2 ppm, VECD 15 min
Québec	2 ppm, plafond, mentions C2, EM et RP
États-Unis (Occupational Safety and Health Administration (OSHA))	0,75 ppm, VEMP 8 h (intervention: 0,5 ppm) 2 ppm, VECD 15 min
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)	0,3 ppm, plafond (depuis 1992)
National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)	0,016 ppm, VEMP 8 h 0,1 ppm, plafond
Allemagne (Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area)	0,3 ppm, VEMP 8 h 1 ppm, plafond
Suède (Swedish National Board of Occupational Safety and Health)	0,5 ppm, VEMP 8 h 1 ppm, plafond

VEMP = valeur d'exposition moyenne pondérée

VECD = valeur d'exposition de courte durée

C2 : cancérigène soupçonné

EM : substance dont l'exposition doit être réduite au minimum

RP : substance dont la recirculation est prohibée

Au Canada, le formaldéhyde est un « produit contrôlé » en vertu du Règlement sur les produits contrôlés découlant de la Loi sur les produits dangereux. (34) Le formaldéhyde figure sur la Liste de divulgation de la Loi sur les produits dangereux. D'après cette liste, la fiche signalétique de toute préparation commerciale contenant plus de 0,1 % en masse de formaldéhyde doit faire mention de la présence de cette substance. (35)

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Au Canada, plusieurs règlements visant la protection de l'environnement concernent des produits chimiques.

Règlement sur la persistance et la bioaccumulation

Selon le Règlement sur la persistance et la bioaccumulation, le formaldéhyde n'est pas classé comme substance « bioaccumulable » ou « persistante » en vertu de la Loi canadienne de protection de l'environnement (LCPE) (36).

Liste intérieure des substances (LIS)

Le formaldéhyde fait partie de la LIS. (37) Ce répertoire a été créé pour répondre à l'une des exigences de la LCPE. Il regroupe les substances qui, entre le 1er janvier 1984 et le 31 décembre 1986, ont été fabriquées ou importées au Canada à raison d'au moins 100 kg par année ou qui servaient à des fins de fabrication commerciale au Canada.

Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (RTMD)

Deux appellations réglementaires du RTMD font référence au formaldéhyde. (38) D'une part, les solutions contenant plus de 25 % en masse de formaldéhyde (numéro UN de l'appellation réglementaire UN2209) sont incluses dans la classe 8 du RTMD : matières corrosives. Leur transport est soumis aux règles du RTMD correspondant à cette catégorie. D'autre part, les solutions inflammables de formaldéhyde (point d'éclair inférieur à 60,5 °C en utilisant la méthode en creuset fermé ou numéro UN de l'appellation réglementaire UN1198) entrent dans la classe 3 : liquides inflammables.

Une substance peut faire partie de deux catégories. Prenons à titre d'exemple une solution à 37 % de formaldéhyde et 15 % de méthanol dans l'eau qui a un point d'éclair de 50 °C en creuset fermé. Elle serait, de ce fait, soumise aux exigences de la classe 8 de la classe subsidiaire 3 du RTMD.

Liste des substances d'intérêt prioritaire

La Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE) exige que les ministres fédéraux de l'environnement et de la santé établissent une liste de substances dont la toxicité doit être évaluée prioritairement. Le formaldéhyde fait partie de cette liste depuis 2001. (39) Il est considéré comme « toxique » au sens de l'article 64 de la LCPE. (18)

Brièvement, le rapport d'évaluation conclut que le formaldéhyde ne comporte pas de risque pour l'environnement mais pose un danger pour la santé des Canadiens en raison de sa contribution à la formation de smog urbain et de son potentiel cancérigène.

Inventaire national des rejets de polluants (INRP)

Créé en 1992 en vertu de la LCPE, l'INRP exige des industries qu'elles présentent au gouvernement du Canada des déclarations annuelles sur leurs rejets et transferts de polluants. (40) Environnement Canada met ces informations à la disposition des citoyens sous la forme d'un rapport annuel et gère un inventaire détaillé qui peut être consulté en ligne. Le formaldéhyde fait partie de la liste des substances assujetties aux exigences de l'INRP. À ce titre, toute industrie ayant cumulé au cours de l'année 20 000 heures de travail rémunéré (~10 travailleurs à temps plein) et fabriqué, traité ou utilisé plus de 10 tonnes de formaldéhyde (concentration >1 % en poids) doit faire une déclaration à l'INRP. Au Québec, en 2003, 626 tonnes de formaldéhyde ont été déclarées comme rejetées dans l'environnement immédiat par les compagnies, alors que 114 tonnes ont été éliminées hors site. Les rejets des usines de panneaux agglomérés représentaient 80 % des rejets sur site.

Au Québec, deux règlements concernent les émissions de produits chimiques dans l'environnement.

Règlement sur la qualité de l'atmosphère

Aucune disposition du Règlement sur la qualité de l'atmosphère ne s'applique au formaldéhyde. (41) L'ensemble des mesures devrait prochainement être remplacé par le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère, actuellement en période d'évaluation et de révision (Gazette officielle du Québec, Partie 2 137 (46) :6465-6519, 16 novembre 2005).

Par ailleurs, un projet de règlement a été publié récemment dans la Gazette officielle du Québec en vertu duquel les entreprises québécoises devront déclarer leurs rejets atmosphériques de formaldéhyde au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) au même titre qu'à l'INRP (Gazette officielle du Québec, Partie 2 138 (9) :1222-1227, 1er mars 2006).

Règlement sur les matières dangereuses

Le Règlement du Québec sur les matières dangereuses et modifiant diverses dispositions réglementaires indique qu'une substance est considérée comme « matière toxique » si elle porte cette appellation en vertu du Règlement (canadien) sur les produits contrôlés. (34,42) Or, le formaldéhyde est classé D1A « matière très toxique ayant des effets immédiats graves » d'après le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT). Dans la réglementation québécoise, cette substance doit donc être considérée comme « matière toxique » en vertu de l'article 3 et, en vertu de l'article 8, il est interdit de rejeter dans les égouts des solutions usées de formaldéhyde sans l'obtention préalable d'un permis.

MANIPULATION ET STOCKAGE

Les solutions de formaldéhyde doivent être stockées dans des locaux bien ventilés, à l'abri des rayons solaires, et à l'écart de toute source d'ignition, de matières inflammables, d'oxydants et de bases. (28) La température minimale d'entreposage d'une solution de formaldéhyde pour limiter sa polymérisation dépend de sa concentration et de la présence d'un inhibiteur comme le méthanol. Ainsi, une solution à 50 % de formaldéhyde sans inhibiteur doit être stockée à 60 °C alors qu'une solution à 37 % avec inhibiteur peut être stockée à 15 °C. (43) Il est recommandé de prévoir à proximité, à l'extérieur des locaux de stockage, des appareils de protection respiratoire, un poste d'eau à débit abondant, des douches de sécurité et des douches oculaires. (28).

En ce qui concerne les incompatibilités chimiques, le formaldéhyde, composé fortement réducteur, réagira violemment (explosion, incendie, etc.) avec les oxydants forts (exemples : peroxyde d'hydrogène, permanganate de potassium), l'acrylonitrile, la soude caustique, le carbonate de magnésium, les oxydes d'azote et l'acide peroxyformique. Le formaldéhyde est également incompatible avec les acides forts, les amines, l'ammoniac, l'aniline, les disulfures, la gélatine, l'iode, la magnésite, le phénol, les tanins et les sels de cuivre, fer et argent. De plus, les solutions de formaldéhyde attaquent l'acier ordinaire. (44).

Le formaldéhyde et ses solutions doivent être utilisés dans la mesure du possible en circuit fermé pour éviter toute exposition par contact cutané ou inhalation.

FUITES ACCIDENTELLES

En cas de fuite ou de déversement, il faut éviter tout contact cutané avec le formaldéhyde et tenter de minimiser l'exposition par inhalation. Des équipements de protection individuelle peuvent être requis. De plus, le formaldéhyde étant inflammable, il faut éliminer toute source d'ignition de la zone contaminée. De l'eau peut être pulvérisée pour supprimer le formaldéhyde sous forme gazeuse. De la même façon, l'application d'une mousse de fluorocarbures et d'eau limitera les émissions gazeuses et les risques d'incendie. En cas de déversement sur le sol, et après que la nappe ait été confinée, le formaldéhyde peut être neutralisé avec du bicarbonate de sodium ou de l'hydroxyde d'ammonium. Le traitement par du sulfite de sodium est également recommandé. Des formulations commerciales pour neutraliser les nappes de formaldéhyde (solutions usées ou déversement) sont disponibles auprès des grands fournisseurs de matériel de laboratoire et pour l'hygiène et la sécurité. Les « kits » proposés contiennent des substances qui réagissent avec le formaldéhyde pour former des composés solides ou visqueux facilement nettoyés. (43) La récupération des composés doit se faire selon les recommandations des fournisseurs.

Le lecteur doit se référer aux guides publiés par Transport Canada et la CSST pour des directives plus générales concernant la planification des mesures d'urgence. (45, 46)

CHAPITRE 4 MÉTHODES ET STRATÉGIES DE MESURE DE L'EXPOSITION

La qualité de l'évaluation de l'exposition des travailleurs à des substances chimiques dépend d'une part, de la stratégie mise en œuvre en milieu de travail et, d'autre part, de la précision, de l'exactitude et de la limite de linéarité de la méthode d'échantillonnage et d'analyse. Pour de l'information sur les stratégies à privilégier en fonction des objectifs et sur les éléments du traitement statistique des données, il faut se référer au Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail de l'IRSST. (47) Les méthodes de mesure de l'exposition au formaldéhyde sont décrites aux sections suivantes.

MESURE DE LA CONCENTRATION D'EXPOSITION MOYENNE PONDÉRÉE

Deux méthodes standard sont disponibles pour évaluer la conformité à la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) sur 8 heures. La première méthode consiste à prélever le formaldéhyde sur des tubes de polymère XAD-2 imprégnés d'hydroxyméthyl pipéridine et analysés par chromatographie en phase gazeuse avec un détecteur d'azote phosphore selon la méthode IRSST 295-1. (48) La limite de détection de cette technique est de 2 µg. Le coefficient de variation de la méthode analytique est de 0,045; celui estimé pour la pompe est de 0,05, ce qui donne un coefficient de variation totale de 0,067 ou 6,7 %. Le prélèvement se fait en zone respiratoire du travailleur à l'aide d'une pompe d'échantillonnage fonctionnant à un débit entre 0,1 et 0,3 litre par minute. La deuxième méthode consiste à prélever, aussi en zone respiratoire du travailleur, le formaldéhyde sur un dosimètre passif imprégné de 2,4 dinitrodiphénylhydrazine. La limite de détection est de 0,21 µg et le taux d'échantillonnage est estimé à 0,286 litre par minute.

Les périodes d'échantillonnage doivent être représentatives du travail effectué pendant le quart de travail; d'où l'importance de bien connaître les tâches effectuées par les travailleurs. Pour une majorité de travailleurs, les prélèvements peuvent être faits avant et après la pause du midi pour des durées de 2 à 4 heures chaque fois. Lorsque les concentrations attendues sont faibles, le même système d'échantillonnage peut être utilisé toute la journée. Certaines tâches particulières de courte durée et susceptibles de libérer du formaldéhyde peuvent faire l'objet de tests de plus courte durée.

Des prélèvements peuvent aussi être faits à des postes fixes de travail jugés représentatifs de l'exposition des travailleurs, soit pendant l'exécution de tâches spécifiques ou près de sources d'émission où ceux-ci sont appelés à œuvrer dans le cadre de leur travail. La durée d'échantillonnage varie alors selon la tâche ciblée et la concentration de formaldéhyde escomptée.

Les concentrations moyennes d'exposition (CME) sur 8 heures qui sont par la suite comparées à la VEMP, se calculent de la façon suivante :

$$CME = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \dots + C_nT_n}{T_1 + T_2 + \dots + T_n} \quad \text{où}$$

C_n : concentration mesurée en zone respiratoire ou au poste de travail

T_n : temps en minutes de la période échantillonnée

1,2,...,n : indication de la période échantillonnée

$T_1 + T_2 + \dots + T_n = 480$ minutes (8 heures)

Pour les périodes non échantillonnées, la valeur moyenne arithmétique obtenue lors de la période échantillonnée correspondant à la même tâche est appliquée.

MESURE DE LA CONCENTRATION D'EXPOSITION PLAFOND

La méthode standard IRSST-39A de mesure de l'exposition plafond au formaldéhyde consiste à lire directement la concentration sur un instrument à infrarouge muni d'un détecteur photoacoustique de marque Innova modèle 1312. (49) Compte tenu des paramètres fixés sur l'instrument pour cette analyse, le temps de réponse est de 60 secondes et la limite inférieure de linéarité est de 0,12 ppm (bien qu'il puisse lire des valeurs inférieures). La précision rapportée par le fabricant est de 1 %. En raison de ses dimensions, cet instrument ne peut pas être porté par le travailleur. La mesure en zone respiratoire peut toutefois être prise à l'aide d'une sonde.

La présence d'autres produits peut interférer sur la réponse de l'analyseur, ce qui s'applique à toute méthode de lecture directe des gaz. En utilisant l'Innova 1312, il est possible d'éliminer certaines interférences à l'aide de filtres. Dans le cas du formaldéhyde, l'appareil fonctionne habituellement en interférence croisée avec 3 filtres de longueur d'onde différente, soit : le UA 0986 pour la détection du formaldéhyde, le UA0936 pour le méthanol et le UA0527 pour la vapeur d'eau. Les données sont mises en mémoire toutes les minutes et le logiciel de traitement des données rapporte les valeurs minimale, maximale et moyenne.

D'autres instruments commerciaux à lecture directe permettent de mesurer le formaldéhyde. Trois d'entre eux ont été évalués au laboratoire de l'IRSST en même temps que l'analyseur photoacoustique. Il s'agit du spectromètre à infrarouge Miran série SaphIRe, du lecteur colorimétrique CMS de Dräger et de l'analyseur à pile électrochimique PPM série Formaldemeter 400. La précision, l'exactitude, les effets et les interférences attribuables à d'autres substances chimiques ont été considérés. Bien que de façon globale, ces instruments offrent une précision et une exactitude acceptables, ils sont tous assujettis aux influences des autres substances chimiques. (50) Il importe donc, avant toute lecture du formaldéhyde dans un milieu de travail, de bien connaître les procédés et les produits chimiques qui peuvent se retrouver dans l'air et influencer le résultat. Seul le spectromètre à infrarouge Miran a la cote intrinsèquement sécuritaire, c'est-à-dire antidéflagrant.

La mesure de l'exposition plafond au formaldéhyde demeure problématique dans un milieu de travail où d'autres substances chimiques sont présentes dans l'air.

CHAPITRE 5 MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Tel que stipulé dans la Loi sur la santé et la sécurité du travail du Québec, il faut viser l'élimination des dangers à la source même. Pour ce, il importe de bien identifier les sources d'émission et les déterminants de l'exposition, c'est-à-dire les paramètres qui établissent l'intensité, la durée et la fréquence de l'exposition.

Le premier niveau de maîtrise de l'exposition consiste à éliminer le formaldéhyde de l'air du milieu de travail. Pour y arriver, la substitution, le travail en circuit fermé, la modification de méthodes de travail, l'isolation et la ventilation locale sont à privilégier. La ventilation générale, pour sa part, peut permettre de diminuer les concentrations par dilution. L'utilisation d'équipements de protection individuelle s'avère dans certains cas la seule solution disponible et efficace. Ces solutions de contrôle sont regroupées dans chacune des annexes du rapport sur les impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. (4-13)

SUBSTITUTION ET MÉTHODES DE TRAVAIL

La substitution d'un produit par un autre exige une démarche structurée et doit être techniquement applicable en milieu de travail et acceptable des points de vue performances, coûts et équipements. (51) À cause des particularités et des défis inhérents à la substitution, elle n'a pas fait l'objet d'un examen systématique en ce qui a trait au formaldéhyde. Cependant, diverses avenues sont à envisager selon l'usage qui est fait de cette substance. Elles sont sommairement documentées dans les annexes sectorielles. (4-13) Voici quelques exemples :

- Dans la fabrication de panneaux et autres produits du bois où le formaldéhyde sert de colle, l'utilisation de résines sans ou à plus faible taux d'émission de formaldéhyde est une option à considérer pour les panneaux agglomérés et les poutres; quelques usines ont recours à des produits à base d'isocyanates. Leur toxicité est cependant élevée et une analyse des risques est nécessaire.
- Dans le vernissage de meubles en bois, différents types de revêtements existent : nitrate de cellulose, acrylique, à séchage ultraviolet, polyesters, polyuréthanes, en poudres. Plusieurs facteurs influencent le choix tels le genre de meubles, la finition désirée, les coûts de remplacement des équipements, la réglementation environnementale en vigueur, etc.
- Dans les fonderies, certaines techniques de moulage libèrent moins de formaldéhyde.
- Comme fixateur en pathologie, liquide de thanatopraxie ou apprêt d'infroissabilité pour les tissus, d'autres produits commerciaux sont disponibles, mais les données sur leurs performances sont incomplètes. La possibilité d'utiliser une solution moins concentrée devrait également être étudiée.

Les méthodes et habitudes de travail sont à considérer lors de l'identification des déterminants de l'exposition. Cet aspect est d'autant plus important si le nombre de manipulations impliquant l'usage du formaldéhyde est important. Dans les laboratoires de pathologie et de thanatopraxie, plusieurs tâches pourraient être repensées pour minimiser ou éviter l'exposition au formaldéhyde.

VENTILATIONS LOCALE ET GÉNÉRALE

La ventilation locale vise à capter un polluant dès son émission de façon à empêcher qu'il se répande dans l'environnement de travail. Elle doit être privilégiée lorsque la source d'émission est bien identifiée. Elle sera d'autant plus efficace que la source d'émission sera circonscrite et isolée. Il faut également avoir recours à cette mesure (par exemple, l'utilisation de hottes) lors de l'exécution de certaines tâches qui exposent le travailleur à des émissions ponctuelles. Dans tous les cas, la ventilation doit être conçue de façon à éloigner le polluant de la zone respiratoire du travailleur. La conception et l'installation d'un système de captage à la source doivent être faites par des professionnels du domaine.

La ventilation générale vise à diluer les polluants en introduisant un débit d'air suffisant. Cela demande une grande quantité d'air qui sera elle-même dépendante de l'homogénéité du mélange de l'air neuf avec l'air pollué. Tout comme pour la ventilation locale, la conception d'un système efficace requiert une bonne compréhension des patrons d'écoulement d'air dans l'établissement. Il faut également considérer que les conditions des débits et écoulements d'air (vitesse, direction, température et autres) vont varier en fonction des conditions ambiantes (température, ouverture des portes et autres), ce qui peut réduire l'efficacité de dilution. La ventilation générale ou dilution est recommandée dans les zones attenantes à celles où se trouvent les sources d'émission et dans des bâtiments tels que les entrepôts où les sources d'émission sont diffuses. À noter que le formaldéhyde est une substance dont la recirculation est prohibée par le RSST (19).

ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

À cause des effets irritants du formaldéhyde, les équipements de protection individuelle doivent protéger les voies respiratoires et les yeux. (52)

- Pour des concentrations supérieures à 20 ppm, causant un danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS), le port d'un appareil respiratoire autonome est obligatoire.
- Pour les concentrations de formaldéhyde de moins de 20 ppm et jusqu'à la valeur admissible, le port d'un masque à cartouches filtrantes est recommandé. Selon le facteur de protection* nécessaire, un masque complet (facteur de protection de 100) ou un demi-masque (facteur de protection de 10) est à utiliser. Dans le cas d'un demi-masque, il faut également porter des lunettes protectrices étanches.

* Le facteur de protection d'un respirateur indique son efficacité. C'est le rapport théorique entre la concentration dans l'environnement de travail et celle à l'intérieur de l'appareil de protection respiratoire. Ainsi, un facteur de 10 signifie que la concentration à l'intérieur du masque est 10 fois plus faible que celle de l'environnement de travail.

Le formaldéhyde peut également causer des effets cutanés. Le port de gants est recommandé. Le choix du modèle doit tenir compte de la nature des produits chimiques utilisés, du temps de leur utilisation et des exigences de dextérité pour effectuer la tâche. Les gants en nitrile, en néoprène et en butyle offrent une bonne résistance au formaldéhyde. Lorsqu'il y a risque de jets ou d'éclaboussures, il est nécessaire de porter des vêtements de protection.

PROGRAMME D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION ET FORMATION DES EMPLOYÉS

Le suivi des concentrations de formaldéhyde dans un établissement permet de s'assurer que l'environnement est salubre et d'identifier les fuites. Tout changement technologique, modification de procédé ou de tâche justifie une nouvelle évaluation pour démontrer que l'environnement de travail demeure acceptable. Le Règlement sur la santé et la sécurité du travail spécifie à l'article 43 que « dans tout établissement qui emploie 50 travailleurs ou plus et où la concentration de gaz, de fumées, de vapeurs, de poussières ou de brouillards dans l'établissement excède ou est susceptible d'excéder les normes prévues à un poste de travail, la concentration doit être mesurée au moins une fois l'an ». (19) De plus, l'article 42 stipule que « lorsqu'un travailleur est exposé à une substance identifiée comme ayant un effet cancérigène démontré ou soupçonné chez l'humain, une telle exposition doit être réduite au minimum, même lorsqu'elle demeure à l'intérieur des normes prévues ». Le formaldéhyde appartient à cette catégorie.

L'information et la formation sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

CHAPITRE 6 INFORMATIONS ET RECOMMANDATIONS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

Pour chacun des secteurs d'activité économique étudiés, on a dégagé les principales informations et les éléments de prévention, soit les utilisations du formaldéhyde dans le secteur, les déterminants de l'exposition (c'est-à-dire les principaux facteurs qui influencent l'émission de formaldéhyde), les principales sources d'émission de formaldéhyde, les concentrations d'exposition des travailleurs mesurées pour différentes tâches et professions et les éléments de maîtrise. Plus d'informations sont disponibles dans les annexes sectorielles du rapport sur l'étude d'impacts de l'abaissement de la valeur d'exposition admissible. (4-13)

6.1 FABRICATION DE PANNEAUX AGGLOMÉRÉS

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

La fabrication des panneaux agglomérés inclut les panneaux de particules, de fibres à basse, moyenne et haute densité et de lamelles orientées aussi appelés OSB. Peu importe le genre de panneaux, les pièces de bois sont encollées avec des résines urée-formaldéhyde (UF), mélamine-formaldéhyde (MF), mélamine-urée-formaldéhyde (MUF) ou phénol-formaldéhyde (PF) et forment ensuite le matelas. Le pressage à chaud où l'on compacte le matelas à une densité et à l'épaisseur voulues permet de polymériser la résine pour agglomérer les particules et stabiliser le panneau. Les presses sont mono-étage, multiétages ou en continu. Les panneaux sont ensuite transférés à une roue de refroidissement, puis laissés pendant un certain temps en maturation. Suivent les différentes étapes de finition, l'entreposage et l'expédition.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de résines (UF, MF, MUF, PF) et ratio molaire : la résine UF a le taux d'émission le plus élevé et la résine PF, le plus bas.
- Conditions d'opération du procédé : température, durée de pressage, épaisseur du panneau, durée de maturation.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Encolleuse : préparation de colle application de colle	< 0,3 à > 2,0
Presse à panneaux : pressage des panneaux : ouverture de la presse (presse à étages) pressage des panneaux : sortie des panneaux (presse en continu) empilage des panneaux réparation et entretien test de contrôle de qualité	< 0,3 à > 2,0
Refroidisseur (carrusel) : cueillette des panneaux empilage des panneaux	< 0,3 à 1,2
Zone de maturation, séchage et entreposage : opérations de finition opérations d'emballage transport par chariot	< 0,3 à 1,5
Laminage : bassin d'imprégnation alimentation de la presse	< 0,3 à 1,7

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 12 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Réception		
Réceptionnaire	< 0,3	< 0,3
Préparateur de copeaux/gaufrier	< 0,3	< 0,3
Fabrication de panneaux		
Préparateur de résine	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Pressier	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Aide pressier	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Tâches diverses - presse	< 0,3 – 0,6	< 0,3 – > 2,0
Finition		
Finisseur	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Laminage - imprégnation		
Lamineur	< 0,3	< 0,3 – 0,9
Opérateur	< 0,3	< 0,3
Expédition		
Expéditeur	< 0,3	< 0,3 – 1,5
Tâches connexes		
Technicien de laboratoire	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Électricien/mécanicien	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Nettoyeur	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Contremaître	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Polyvalent	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Autres (bureau)	< 0,3	< 0,3

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : des produits à base d'isocyanates sont en utilisation dans une usine. La toxicité de ces produits est cependant élevée et une analyse des risques est nécessaire.
- Utilisation de résines à plus faible taux d'émission.
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des sources (presse, refroidisseur).
- Ventilation générale dans les zones de finition et d'entreposage des panneaux pour dissiper le formaldéhyde qui pourrait encore s'en libérer. Le confinement de ces aires limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés à une exposition au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

NOTE : une fiche de prévention spécifique à ce secteur est disponible sur le site de l'IRSST. (14)

6.2 FABRICATION DE PRODUITS EN BOIS

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

Ce secteur d'activité inclut les industries du placage, du contreplaqué, du bois lamellé et du recouvrement de panneaux. Pour les placages, la seule étape exigeant de la résine à base de formaldéhyde est le jointage de feuilles de bois dans le plan longitudinal ou transversal. Les contreplaqués et les placages lamellés sont constitués de différentes couches (panneaux, feuilles de placage, planches) collées et pressées à chaud. Le revêtement implique également le collage sur les panneaux d'un papier décor, stratifié ou mélaminé, suivi d'un pressage à chaud. Les pièces de bois sont encollées avec des résines urée-formaldéhyde (UF), mélamine-formaldéhyde (MF), mélamine-urée-formaldéhyde (MUF) ou phénol-formaldéhyde (PF).

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de résines et ratio molaire.
- Conditions d'opération du procédé : température, pression, durée de pressage, épaisseur du panneau, type de revêtement.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SECTEUR	SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
PLACAGES	Encolleuse : préparation de colle application de colle	< 0,3
CONTREPLAQUÉS	Encolleuse : préparation de colle application de colle	< 0,3 à 0,6
	Presse à panneaux : alimentation manuelle sortie et empilage réparation et entretien Zone de séchage et entreposage : opérations de finition opérations d'emballage transport par chariot	< 0,3 à 0,8
BOIS LAMELLÉ	Encolleuse : préparation de colle application de colle	0,8 à 1,7
	Presse à panneaux : alimentation manuelle sortie et empilage réparation et entretien	0,7
	Zone de séchage et entreposage : opérations de finition opérations d'emballage transport par chariot	< 0,3 à 0,9
REVÊTEMENT	Préparation de résines	> 2,0
	Bassin d'imprégnation : alimentation en papier alimentation de la presse	1,7
	Zone de séchage et entreposage : opérations de finition opérations d'emballage transport par chariot	< 0,3 à 0,5

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 10 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Opérateur de guillotine	< 0,3	< 0,3
Opérateur à l'encolleuse	< 0,3 – 0,5	< 0,3 – 1,7
Opérateur de jointeuse	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Finisseur	< 0,3	< 0,3 – 0,4
Opérateur de presse	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Cariste/expéditeur	< 0,3 – 0,4	< 0,3 – 0,9
Empileur	< 0,3 – 0,9	< 0,3 – 1,0
Bureau	< 0,3	< 0,3

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : l'utilisation de produits à base d'isocyanates est à l'essai pour certains procédés tels que la fabrication de poutres. La toxicité de ces produits est cependant élevée et une analyse des risques est nécessaire.
- Utilisation de résines à plus faible taux d'émission.
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des sources : préparation de résines, encolleuse, buse de pulvérisation de colle, rouleaux de transfert, presse.
- Ventilation générale dans les zones de finition et d'entreposage des pièces pour dissiper le formaldéhyde qui pourrait encore s'en libérer. Le confinement de ces aires limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire en ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

NOTE : une fiche de prévention spécifique à ce secteur est disponible sur le site de l'IRSST. (14)

6.3 FABRICATION DE MEUBLES EN BOIS

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

Les meubles sont fabriqués à partir de panneaux de bois aggloméré ou de bois massif. La fabrication elle-même se résume à quatre grandes étapes : 1) façonnage (sciage, ponçage, assemblage, inspection); 2) peinture, teinture et vernissage (mélange, application, séchage, ponçage, réparation); 3) rembourrage et pose de quincaillerie; 4) emballage et expédition.

La plupart des adhésifs utilisés n'émettent pas de formaldéhyde. Les panneaux de bois agglomérés en émettent de faibles quantités. La source principale de formaldéhyde provient des vernis contenant des résines aminées.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de vernis.
- Conditions d'opération du procédé : nature des systèmes de pulvérisation, durée et lieu de séchage.
- Méthode de travail (par exemple, position du peintre dans la cabine de peinture).
- Présence et efficacité des cabines de vernissage ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'EXPOSITION	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
TÂCHES À RISQUE	
Préparation des peintures	< 0,3 à > 2,0
Application des apprêts/vernis	0,5 à > 2,0
Sablage entre les couches de vernis	0,4 à > 2,0
Déchargement des meubles (sortie du four)	< 0,3 à > 2,0
Réparation des imperfections	0,5 à 1,7
Pose de la quincaillerie	< 0,3 à 1,8
Nettoyage des pistolets	Non mesurée
SOURCES D'ÉMISSION	
Entreposage des vernis	Non mesurée
Cabine de peinture	0,6 à > 2,0
Séchage des meubles	< 0,3 à > 2,0
Entreposage des meubles	< 0,3 à 1,8

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 9 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Journalier - fabrication	< 0,3	< 0,3 – 0,8
Coloriste	< 0,3 – 0,4	< 0,3 – > 2,0
Peintre préparateur	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Peintre finisseur	< 0,3 – 0,9	0,6 – > 2,0
Opérateur de finition	< 0,3 – 0,6	0,4 – > 2,0
Réparateur	< 0,3 – 0,4	0,6 – 1,7
Manœuvre	< 0,3 – 0,6	< 0,3 – > 2,0
Préposé finition/expéditeur	< 0,3 – 0,4	< 0,3 – 1,8
Préposé à l'entretien	< 0,3	0,5
Superviseur	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Bureau	< 0,3	< 0,3

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : différents types de revêtements sans formaldéhyde existent : vernis en phase aqueuse, à séchage ultraviolet, en poudre, polyuréthane.
- Confinement des étapes émettrices : préparation et pulvérisation de peintures et vernis dans une cabine ventilée et installation de hottes aspirantes au-dessus de la zone de séchage (four).
- Ventilation générale : dans les zones de finition et d'entreposage des meubles pour dissiper le formaldéhyde qui pourrait encore s'en libérer. Le confinement de ces aires limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Méthode de travail : dans la cabine de peinture, le peintre ne doit pas être situé entre la pièce à vernir et la sortie de l'air pollué.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

NOTE : une fiche de prévention spécifique à ce secteur est disponible sur le site de l'IRSST. (15)

6.4 FABRICATION DE FORMALDÉHYDE ET DE RÉSINES À BASE DE FORMALDÉHYDE

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

La fabrication de formaldéhyde au Québec n'utilise qu'un seul procédé industriel : l'oxydation catalytique du méthanol. Effectué en continu et en circuit fermé, il est complètement automatisé. L'alimentation en matière première, le méthanol, et le transfert de la solution de formaldéhyde se font par tuyauterie et l'entreposage se fait en vrac dans des réservoirs. Au Québec, les seules résines fabriquées sont les thermodurcissables aminées et phénoliques. La production se fait par cuvée. Au fur et à mesure que la réaction de polymérisation progresse, la prise pour l'analyse d'échantillons, qui permettent de mesurer l'avancement, se fait à l'aide d'un robinet spécifique. À part les activités d'entretien, de remplissage de fûts et d'ensachage, l'ensemble des autres tâches exige surtout l'inspection et la surveillance de la production dans les salles de contrôle.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- État de la tuyauterie et des équipements.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Réacteur : prise d'échantillons ouverture de l'écouille entretien et réparations	< 0,3 à 0,7
Salle des pompes : remplacement des filtres entretien et réparations	< 0,3 à 0,9
Système de chargement : ensachage remplissage des camions et barils	< 0,3 à 1,4

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 4 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Opérateur – formaldéhyde	< 0,3	< 0,3 – 0,7
Opérateur – résine	< 0,3	< 0,3 – 0,7
Préposé réception/expédition	< 0,3	< 0,3 – 1,4
Préposé entretien	< 0,3	< 0,3 – 0,7
Technicien de laboratoire	< 0,3	< 0,3 – 0,7
Contremaître	< 0,3	< 0,3 – 0,5
Bureau	< 0,3	< 0,3

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des sources : prise d'échantillons, remplissage des barils, nettoyage des filtres, remplissage des camions-citernes.
- Ventilation générale : s'assurer que l'air frais des salles de contrôle provienne de l'extérieur de l'édifice.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

6.5 FONDERIES

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

Le procédé de fonderie consiste à couler du métal fondu dans un moule pour obtenir un produit ou une pièce de forme et de dimensions précises; le moule peut être doté d'un noyau qui détermine les dimensions de n'importe quelle cavité interne du produit final.

Le moule et les noyaux sont parfois faits de sable lié avec une résine à base de formaldéhyde. On peut résumer les étapes de fabrication importantes ainsi : 1) la fabrication du moule et des noyaux et l'assemblage du moule; 2) la fusion du métal; 3) la coulée du métal dans le moule; 4) le refroidissement de la pièce moulée; 5) le démoulage et le dénoyautage (décochage); 6) le dessablage et l'ébarbage.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de production : procédés de moulage-noyautage et métaux, types de durcissement.
- Types de liants et pourcentage de formaldéhyde libre dans le liant utilisé.
- Grosseur des moules et des noyaux fabriqués.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales à partir des données de la littérature.

SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Moules et noyaux : fabrication démoulage	< 0,3 à > 2,0

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations à partir des données de la littérature.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Préparateur sables de moulage	< 0,3	> 2,0
Mouleur/noyauteur	< 0,3	> 2,0
Fondeur	< 0,3	> 2,0
Opérateur de décochage	< 0,3	> 2,0
Personnel technique	< 0,3	> 2,0

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : certains procédés de moulage-noyautage n'utilisent pas de liant contenant du formaldéhyde. Le remplacement des procédés à chaud par le durcissement à froid diminuerait les émissions.
- Utilisation de résines à plus faible taux d'émission.
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des sources : préparation des sables de moulage, coulée du métal chaud, récupération des moules et noyaux, four de cuisson.
- Ventilation générale : le confinement des zones limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

6.6 LABORATOIRES DE PATHOLOGIE

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

Les laboratoires de pathologie reçoivent les spécimens d'organes, de tissus ou de cellules prélevés par les spécialistes de la santé sur les humains dans le but d'en étudier les modifications structurales et de servir de support au diagnostic et au pronostic. Les principales étapes sont la préparation des solutions de formaldéhyde (dilution de 37 % à 10 %), la macroscopie, c'est-à-dire la description à l'œil nu du spécimen, la mise en cassettes des prélèvements (pour le préparateur de tissus) et l'observation microscopique. Les tâches connexes au bon fonctionnement du laboratoire sont la vidange et l'entretien du préparateur de pièces, l'élimination des spécimens de réserve, le recyclage, la neutralisation ou l'élimination de la solution usée de formaldéhyde.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Concentration de la solution de formaldéhyde.
- Taille et nombre des pièces anatomiques.
- Méthodes de travail.
- Nombre de postes de travail dans un même local.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'EXPOSITION	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
TÂCHES À RISQUE	
Manipulation du formaldéhyde :	
Préparation des solutions	1,0 – 2,0
Remplissage des pots	1,0 – 2,0
Transvasement du formaldéhyde usé dans l'appareil à recycler	0,3 – 0,75
Neutralisation du formaldéhyde	Non mesurée
Manipulation des spécimens :	
Mise en pots des spécimens anatomiques	Non mesurée
Manipulation des spécimens pendant la macroscopie	> 2,0
Émission provenant des tâches non effectuées sous hotte efficace	> 2,0
Insertion des cassettes dans le préparateur de tissus	1,0 – 2,0
Utilisation du colorant mercurique	Non mesurée
Manipulation des déchets :	
Vidange des spécimens et des solutions usées	> 2,0
Manipulation des sacs de déchets médicaux	Non mesurée
Manipulation et rinçage des pots usagés	Non mesurée
Entretien des équipements :	
Entretien du préparateur de tissus	> 2,0
Entretien de l'appareil de recyclage	0,3 – 0,75
SOURCES D'ÉMISSION	
Équipements :	
Appareil préparateur de tissus (fuites)	Non mesurée
Appareil à recycler le formaldéhyde (fuites)	Non mesurée
Entreposage des spécimens	0,3 – 0,75
Entreposage des solutions de formaldéhyde neuves et usées	Non mesurée
Poubelle contenant les pots vidés, les gants et les papiers souillés	Non mesurée
Poubelle de déchets médicaux	> 2,0

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 10 laboratoires de pathologie.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES	PLAFOND
Pathologiste	< 0,3 à 0,92	0,5 à >2,0
Technicien	< 0,3 à 0,76	< 0,3 à >2,0
Assistant technique	< 0,3 à 0,81	< 0,3 à >2,0
Secrétaire	< 0,3	< 0,3

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : différents produits de substitution sont mentionnés dans la littérature mais aucun ne fait consensus bien que certains sont utilisés avec succès aux États-Unis. (53).
- Utilisation de solutions de formaldéhyde moins concentrées.
- Modifications de procédures de travail : elles doivent minimiser les émissions de formaldéhyde (fermeture des pots non utilisés, mise au rebut immédiate des chiffons imprégnés, vérification périodique des équipements). La possibilité d'utiliser des contenants de plastique jetables avec les spécimens pourrait aussi être évaluée ainsi que celle d'utiliser des pots de solutions prêts à recevoir les spécimens, ceux-ci étant préparés par une entreprise externe.
- Travail sous hotte chimique efficace : préparation des solutions de formaldéhyde, remplissage des pots, vidange des spécimens et neutralisation du formaldéhyde.
- Travail de macroscopie avec ventilation de type à fentes latérales permettant un écoulement d'air qui éloigne le contaminant de la zone respiratoire du travailleur. Un aménagement du poste de travail de macroscopie est décrit dans la fiche produite par l'ASSTSAS. (54)
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des équipements : appareil à recycler, appareil à préparer les tissus, poubelle.
- Ventilation générale : tel que spécifié dans le guide sur la qualité de l'air de la Corporation d'hébergement du Québec, le nombre total de changements d'air par heure doit être de 6 et celui d'air extérieur, de 2. (55)
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

NOTE : une fiche de prévention spécifique à ce secteur est disponible sur le site de l'IRSST. (16)

6.7 INDUSTRIE DES SERVICES FUNÉRAIRES

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

La thanatopraxie ou technique d'embaumement est l'ensemble des procédés destinés à retarder la décomposition d'un cadavre et à le préparer pour les rites funéraires. Pour empêcher la dégradation du corps, le thanatopracteur injecte des solutions aqueuses de formaldéhyde dont la concentration dépend du degré d'altération du cadavre. Ce travail est réalisé sur une table munie d'un système d'évacuation des liquides usés. La solution concentrée de formaldéhyde est ajoutée à l'eau de dilution dans le réservoir de l'appareil à injection. La concentration des solutions de formaldéhyde est de 1,25 % à 32 %. Plusieurs litres de solutions plus ou moins diluées sont injectées. Lorsque l'état du cadavre est normal, l'embaumement est réalisé en 1 heure ou 1 heure et demie dont 10 à 35 minutes d'utilisation de formaldéhyde. Dans les cas où la dépouille est dans un état de putréfaction avancée ou a subi une autopsie, l'embaumement peut exiger jusqu'à 3 heures. Pour les cas autopsiés, l'utilisation du formaldéhyde peut être prolongée jusqu'à 2 heures. Le thanatopracteur peut également utiliser des gélées ou des poudres à base de formaldéhyde ou de paraformaldéhyde pour traiter les plaies.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Concentration de la solution de formaldéhyde.
- Nombre de postes de travail et de dépouilles traitées quotidiennement dans un même local.
- Étapes de thanatopraxie.
- Paramètres physiques du cadavre : état, corpulence, délai depuis le décès.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'ÉMISSION	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Corps : thanatopraxie	< 0,3 à > 2,0
Appareil à injection : préparation des solutions en utilisation	0,4 à > 2,0

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur 13 thanatopracteurs de 4 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	Moyenne pondérée – 8 heures	Plafond
Thanatopracteur	< 0,3 – 0,4	0,4 – > 2,0

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution : différents produits de substitution sont mentionnés dans la littérature mais aucun ne fait consensus.
- Utilisation de solutions de formaldéhyde moins concentrées.
- Modifications de l'aménagement des postes de travail et de l'organisation du travail : installer le corps de façon à ce que le parcours des liquides soit le plus court possible, confiner les cas difficiles, faire une séparation physique des tâches de préservation (injection des solutions) et de restauration (soins esthétiques et habillage).
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de systèmes d'aspiration au-dessus des sources : appareil à injection et table d'embaumement. En ce qui a trait à cette dernière, il est recommandé d'avoir recours à une ventilation par déplacement vertical ou à une table à ventilation intégrée, combinée à la ventilation générale.
- Ventilation générale : le confinement des tâches limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

NOTE : une fiche de prévention spécifique à ce secteur est disponible sur le site de l'IRSST. (17)

6.8 INDUSTRIE DE FINITION TEXTILE

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

On entend par finissage l'ensemble des traitements physicochimiques que l'on fait subir au tissu afin de modifier ses caractéristiques : thermofixage, grattage, gaufrage, pressage, calandrage, application d'apprêts chimiques. Le dégagement de formaldéhyde peut provenir de cette dernière catégorie dans le cas des tissus à base de fibres de cellulose, c'est-à-dire le coton et la viscose. Les traitements chimiques sous forme d'apprêts servent à rendre le tissu infroissable, à empêcher son rétrécissement ou à augmenter sa résistance à la combustion lente. Les apprêts sont appliqués par foulardage, c'est-à-dire par imprégnation du tissu à plat dans une solution aqueuse, suivie de son passage entre deux cylindres pour enlever le surplus.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de procédé et de produits utilisés.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Apprêt : préparation application	< 0,3 à > 2,0
Imprégnateur : déblocage et entretien	> 2,0

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les travailleurs de 3 établissements.

PROCÉDÉ / EMPLOI	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	Moyenne pondérée – 8 heures	Plafond
Infoissabilité :		
Préparateur de résine	< 0,3	> 2,0
Opérateur	< 0,3	< 0,3 – > 2,0
Impression :		
Préposé aux couleurs	< 0,3	< 0,3
Opérateur	< 0,3	< 0,3
Ouatage :		
Opérateur	< 0,3	< 0,3 – 0,5

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Substitution de produits : des apprêts sans formaldéhyde existent.
- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et utilisation d'un système d'aspiration au-dessus des installations où le formaldéhyde vient en contact avec le tissu.
- Ventilation générale : le confinement des tâches limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

6.9 INDUSTRIE DE TRANSFORMATION DES MATIÈRES PLASTIQUES

UTILISATION DU FORMALDÉHYDE

La transformation des matières plastiques se distingue de l'industrie de la fabrication de résines dans la mesure où le produit fini est un objet manufacturé (poulie, roue d'engrenage d'imprimante, assiette, etc.) et non une matière qui va servir dans un autre procédé de transformation. Diverses matières premières et divers procédés de fabrication sont utilisés dans cette industrie, et les technologies évoluent. Les procédés considérés susceptibles de libérer du formaldéhyde sont le moulage par injection de polyacétals, le moulage par compression de résines phénoliques ou aminées et la fabrication de stratifiés. L'étape de chauffage est celle où les émissions sont les plus importantes.

DÉTERMINANTS DE L'EXPOSITION

Les principaux facteurs qui influencent les concentrations d'exposition des travailleurs au formaldéhyde sont :

- Types de procédé et de résines utilisées.
- Présence et efficacité des hottes ou des systèmes locaux de captage à la source.
- Efficacité de la ventilation générale.

SOURCES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte, pour les différentes tâches à risque et les sources d'émission, les plages des concentrations maximales mesurées.

SOURCES D'ÉMISSION ET TÂCHES À RISQUE	CONCENTRATIONS MAXIMALES (PPM)
Moule : dégazage	< 0,3 à 1,7
Imprégnateur	< 0,3 à > 2,0

DONNÉES D'EXPOSITION

Le tableau suivant rapporte les plages de concentrations mesurées sur les opérateurs de 2 établissements.

PROFESSION	PLAGE D'EXPOSITION (PPM)	
	Moyenne pondérée – 8 heures	Plafond
Opérateur	< 0,3 – 1,5	< 0,3 – > 2,0

Le RSST fixe à 2 ppm la valeur limite d'exposition en valeur plafond (c'est-à-dire une valeur qui ne doit jamais être dépassée pour quelque durée que ce soit). (19)

MAÎTRISE DE L'EXPOSITION

Les principaux moyens à employer pour maîtriser l'exposition au formaldéhyde sont :

- Confinement des étapes émettrices de formaldéhyde et installation de hottes aspirantes au-dessus des sources : moulage, dégazage, imprégneur, presse.
- Ventilation générale : le confinement des zones limitera la dispersion et diminuera le débit nécessaire à la ventilation générale.
- Élaboration et suivi des procédures de prévention incluant le port d'équipements de protection individuelle pour les tâches où la concentration de formaldéhyde est élevée.

L'information et la formation des travailleurs sur les risques associés au formaldéhyde, sur les sources d'émission et les tâches les plus polluantes, sur les moyens de contrôle (incluant les techniques et méthodes de travail) et sur les équipements de protection individuelle sont des éléments clés de maîtrise de l'exposition.

RÉFÉRENCES

1. Goyer N., Perrault G., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Carrier G., Gérin M., Lefebvre P. et Noisel N. (2004) : **Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde.** IRSST, Rapport R-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIR-386.pdf>
2. Carrier G., Bouchard M., Noisel N., Bonvalot Y. et Fradet S. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 1 : Impacts de l'exposition au formaldéhyde sur la santé.** IRSST, Rapport RA1-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA1-386.pdf>
3. Perrault G., Baril M. et Lefebvre P. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 2 : Coûts d'un programme de protection respiratoire.** IRSST, Rapport RA2-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA2-386.pdf>
4. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Duguay P., Gely O., Gérin M., Hébert F., Lavoué J., Lefebvre P., Noisel N., Pellerin E., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 3 : Industrie de la fabrication de panneaux agglomérés.** IRSST, Rapport RA3-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA3-386.pdf>
5. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Gravel R., Hébert F., Lavoué J., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 4 : Autres industries du bois.** IRSST, Rapport RA4-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA4-386.pdf>
6. Goyer N., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lavoué J., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 5 : Industrie de la fabrication de meubles en bois.** IRSST, Rapport RA5-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA5-386.pdf>
7. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lavoué J., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 6 : Industries de fabrication de formaldéhyde et de résines à base de formaldéhyde.** IRSST, Rapport RA6-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA6-386.pdf>
8. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lefebvre P., Gutierrez C.L.L., Noisel N. et Perrault G. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 7 : Fonderies.** IRSST, Rapport RA7-386.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRA7-386.pdf>

9. Goyer N., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 8 : Laboratoires de pathologie.** IRSST, Rapport RA8-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RA8-386.pdf>
10. Goyer N., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lefebvre P., Noisel N., Pellerin E., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 9 : Industrie des services funéraires.** IRSST, Rapport RA9-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RA9-386.pdf>
11. Goyer N., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 10 : Industrie de finition textile.** IRSST, Rapport RA10-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RA10-386.pdf>
12. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Buissonnet S., Carrier G., Gely O., Gérin M., Gravel R., Hébert F., Lefebvre P., Noisel N., Perrault G. et Roberge B. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 11 : Industrie de la transformation de matières plastiques.** IRSST, Rapport RA11-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RA11-386.pdf>
13. Goyer N., Beaudry C., Bégin D., Bouchard M., Carrier G., Gely O., Gérin M., Lefebvre P., Noisel N. et Perrault G. (2004) : Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde. **Annexe 12 : Groupe 3 : autres secteurs.** IRSST, Rapport RA12-386. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RA12-386.pdf>
14. Goyer N. (2006) : **Fiche de prévention de l'exposition au formaldéhyde lors de la fabrication de panneaux, placages ou contreplaqués de bois.** IRSST. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/IRG1-471.pdf>
15. Goyer N. (2006) : **Fiche de prévention de l'exposition au formaldéhyde lors de la fabrication de meubles en bois.** IRSST. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/IRG2-471.pdf>
16. Goyer N. et Bédard S. (2006) : **Fiche de prévention de l'exposition au formaldéhyde dans les laboratoires de pathologie.** IRSST/ASSTSAS. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/IRG3-471.pdf>
17. Goyer N. (2006) : **Fiche de prévention de l'exposition au formaldéhyde en thanatopraxie.** IRSST, <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/IRG4-471.pdf>
18. Environnement Canada et Santé Canada. (2001) Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) : **Liste des substances d'intérêt prioritaire - Rapport d'évaluation - Formaldéhyde.** Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux, Ottawa. http://www.hc-sh.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/psl2-lsp2/formaldehydeformaldehyde_f.pdf
19. Gouvernement du Québec. (18 juillet 2001) : **Règlement sur la santé et la sécurité du travail.** Gazette officielle du Québec, Partie 2, Lois et règlements 133: 5020-5133. Québec.
20. Cairelli S.G., Ludwig H.R. and Whalen J.J. (1994) : **Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLHS).** NTIS. PB-94-195047. [RM-515102]. Springfield (VA). <http://www.cdc.gov/niosh/lidh/lidlh-1.html>
21. IPCS (1989) : Environmental Health Criteria 89. **Formaldehyde.** World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, Geneva. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>

22. Zurlo N. (1983) : **Formaldehyde and Derivatives**. In: Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, Volume I, pp. 914-915. International Labour Organisation, Geneva.
23. Leroyer C. et Dewitte J.D. (1999) : **Asthme au formaldéhyde**. Dans: L'asthme professionnel, p. 353-63. Bessot J.C., Pauli G., rédacteurs. Éditions Margaux Orange, Paris.
24. CSST (2005) : **Liste des agents causant de l'asthme professionnel**. Commission de la santé et sécurité du travail, Québec.
http://www.asthme.csst.qc.ca/info_med/index.html
25. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1999) : **Toxicological Profile for Formaldehyde**. Atlanta, GA.
26. Centre international de recherche sur le cancer (2006) : **IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, 1-tert-butoxy-2-propanol**. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France (sous presse). <http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/vol88.php>
27. Perrault G., Goyer N., Hébert F., Duguay P., Ostiguy C., Truchon G., Baril M., Gratton L., Arcan R., Gérin M., Bégin D., Bonvalot Y., Carrier G., Lefebvre P., Pallage S. (2000) : **Étude préliminaire sur l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde. Annexe 1C**. IRSST, Rapport R-257.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTR-257.pdf>
28. INRS : **Fiche toxicologique n0 7 : Aldéhyde formique et solutions aqueuses**.
[http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view/9EB1ED6D45C5CCFFC1256CE8005A70A9/\\$File/ft7.pdf](http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view/9EB1ED6D45C5CCFFC1256CE8005A70A9/$File/ft7.pdf)
29. BASF. (April 1999) : BASF Chemical Emergency Medical Guidelines - **Formaldehyde (HCHO) - Information and Recommendations for Doctors at Hospital/emergency Departments**. Ludwigshafen: BASF Aktiengesellschaft, Occupational Medical and Health Protection Department (Code: E011-002).
http://www.corporate.basf.com/basfcorp/limgsustainability/arbeitsmedizin/leitlinien/formalde3.pdf?id=Qu-_07mOVbcp1pr
30. BASF. (April 1999) : BASF Chemical Emergency Medical Guidelines - **Formaldehyde (HCHO) - Information and Recommendations for First Responders**. Ludwigshafen: BASF Aktiengesellschaft, Occupational Medical and Health Protection Department (Code: E011-002).
http://www.corporate.basf.com/basfcorp/limgsustainability/arbeitsmedizin/leitlinien/formalde1.pdf?id=Qu-_07mOVbcp1pr
31. BASF. (April 1999) : BASF Chemical Emergency Medical Guidelines - **Formaldehyde (HCHO) - Information and Recommendations for Paramedics and Doctors at the Site**. Ludwigshafen: BASF Aktiengesellschaft, Occupational Medical and Health Protection Department (Code: E011-002).
http://www.corporate.basf.com/basfcorp/limgsustainability/arbeitsmedizin/leitlinien/formalde2.pdf?id=Qu-_07mOVbcp1pr
32. CSST (2006) : **Formaldéhyde / Formol**. Commission de la santé et de la sécurité du travail, Répertoire toxicologique, Québec.
<http://www.reptox.csst.qc.ca>
33. Gouvernement du Canada : **Règlement canadien sur la sécurité et la santé au travail** (DORS/86-304). Ottawa.
<http://laws.justice.gc.ca/fr/L-2/DORS-86-304/>
34. Gouvernement du Canada : **Règlement sur les produits contrôlés** (DORS/88-66). Ottawa.
<http://lois.justice.gc.ca/fr/H-3/DORS-88-66/>

35. Gouvernement du Canada : **Loi sur les produits dangereux** (LR 1985, ch. H-3). Ottawa. <http://lois.justice.gc.ca/fr/H-3/index.html>
36. Gouvernement du Canada : **Règlement canadien sur la persistance et la bioaccumulation** (DORS/2000-107). Ottawa. <http://lois.justice.gc.ca/fr/C-15.31/DORS-2000-107/>
37. Gouvernement du Canada. **Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles** (DORS/94-260). Ottawa. <http://lois.justice.gc.ca/fr/C-15.31/DORS-94-260/index.html>
38. Gouvernement du Canada : **Règlement sur le transport des marchandises dangereuses** (DORS/2002-306). Ottawa. <http://www.tc.gc.ca/tmd/clair/tdesm.htm>
39. Conover S.A.M., présidente (1995) : **Rapport de la Commission consultative sur la deuxième liste des substances d'intérêt prioritaire dans le cadre de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE)**. Environnement Canada, Ottawa.
40. Gouvernement du Canada (1992) : **Inventaire national des rejets de polluants**. Ottawa. http://www.ec.gc.ca/pdb/Inpri/nori_home_f.cfm
41. Gouvernement du Québec (1997) : **Règlement sur la qualité de l'atmosphère** (Q-2, r.20). Éditeur officiel, Québec.
42. Gouvernement du Québec (1997) : **Règlement sur les matières dangereuses et modifiant diverses dispositions réglementaires**. Gazette officielle du Québec, Partie 2, 129(45): 6681-6714. Québec. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R15_2.HTM
43. Environnement Canada (1985) : **Le formaldéhyde**. Environnement Canada, Ottawa.
44. Pohanish RP, Greene SA. (2003) : **Wiley Guide to Chemical Incompatibilities**. New York, NY: John Wiley & Sons.
45. CANUTEC (2004) : **Guide des mesures d'urgence 2004**. Transports Canada, Ottawa. <http://www.tc.gc.ca/canutec/fr/guide/guide.html>
46. Ménard L. (1999) : **Planification des mesures d'urgence pour assurer la sécurité des travailleurs - Guide d'élaboration d'un plan de mesures d'urgence à l'intention de l'industrie**. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, Vice-présidence à la programmation et à l'expertise-conseil, Direction de la prévention-inspection (DC 200-16265 (99-11)). Québec.
47. IRSST, Direction des opérations (2005) : **Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail**. Guide technique T-06, 8e édition. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/T-06.pdf>
48. IRSST, Direction des Opérations (1995) : **Analyse du formaldéhyde dans l'air** – méthode 295-1.
49. IRSST, Direction des Opérations (2000) : **Étalonnage d'un instrument à lecture directe ayant un système de détection par spectroscopie photoacoustique infrarouge** - Méthode 39-A.
50. Roberge B. et Gravel R. (2005) : **Évaluation en temps réel de vapeurs de formaldéhyde**. IRSST, Rapport R-430. <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/R-430.pdf>

51. Gérin M. et Bégin, D. (2004) **La substitution**. Dans : Hygiène du travail (B. Roberge et coll., réd.). Éditions Modulo-Griffon, Mont-Royal.
52. Lara J. et Venne M. (2002) : **Guide pratique de protection respiratoire**. IRSST, Rapport R-319.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIR-319.pdf>
53. Quinn M.M., Fuller T.P., Bello A., Galligan C.J. (2006) : **Pollution Prevention—Occupational Safety and Health in Hospitals: Alternatives and Interventions**. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 3(4):182–193.
54. Association de santé et sécurité au travail – secteur affaires sociales. (2006) : **Poste de travail en macroscopie**. Fiche ASSTSAS.
55. Corporation d’hébergement du Québec (2005) : **Guide sur la qualité de l’air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux**. Ministère de la santé et des services sociaux, Québec.
<http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSSTIRG-410.pdf>