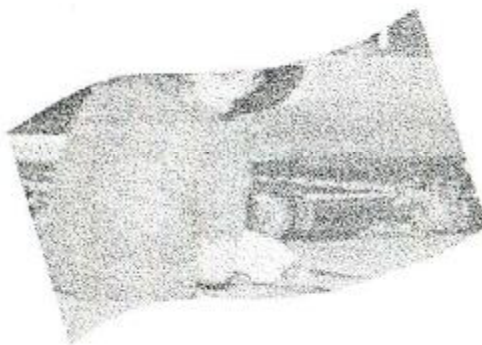


**Étude préliminaire  
sur l'évaluation de l'impact  
d'un abaissement des valeurs  
d'exposition admissibles  
pour le formaldéhyde**



**ÉTUDES ET  
RECHERCHES**

Direction des opérations, IRSST  
Direction régionale de la santé publique, Montréal-Centre  
Université de Montréal  
Université du Québec à Montréal

Octobre 2000 R-257

**RAPPORT**



## La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et subventionne des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut, en téléphonant au 1-877-221-7046.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications ou gratuitement sur le site de l'Institut.

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec  
2001

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](mailto:publications@irsst.qc.ca)  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)  
© Institut de recherche Robert-Sauvé  
en santé et en sécurité du travail  
Novembre 2001.

# Étude préliminaire sur l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde

Guyl Perrault, Nicole Goulet, François Hébert,  
Patrice Duguay, Claude Ostiguy, Ginette Truchon,  
Marc Baril et Laurent Gratton,  
Direction des opérations, IRSST

Robert Arcand,  
Direction régionale de la santé publique, Montréal-Centre

Michel Gérin, Denis Bégin, Yvette Bonvalot et Gaétan Carrier,  
Université de Montréal

Pierre Lefebvre et Stéphane Pallage,  
Université du Québec à Montréal

# ÉTUDES ET RECHERCHES

## RAPPORT

Cliquez recherche  
[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)



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

## Table des matières

Étude préliminaire sur l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde .....	1
Table des matières.....	2
Résumé.....	3
Préambule .....	4
Introduction.....	5
État des connaissances scientifiques ou techniques.....	5
Introduction.....	5
Description de la population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde .....	6
Les données idéales.....	6
Démarche exploratoire d'estimation des effectifs de travailleurs.....	6
La répartition des effectifs de travailleurs par niveaux d'exposition.....	7
Évaluation de l'impact socio-économique.....	9
Évaluation de l'impact sur la santé des travailleurs.....	19
Substitution et modifications des procédés.....	21
Conclusion .....	21

## Résumé

**Problématique:** Le comité paritaire 3.33.1 de la CSST en charge de la révision de l'Annexe A du *Règlement sur la qualité du milieu de travail* demande à l'IRSST d'évaluer l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles (VEA) pour le formaldéhyde de la valeur plafond actuelle fixée à 2 ppm vers une VEA plafond ou moyenne pondérée de 1, 0,75 ou 0,3 ppm. Cette demande comprend l'impact économique et l'impact sur la santé des travailleurs.

**Méthode:** L'étude préliminaire correspond à une expertise par revue critique de la littérature scientifique et des données disponibles ou manquantes pour effectuer l'évaluation d'impact. L'IRSST s'associe au réseau de la santé au travail et des partenaires universitaires qui ont établi leur expertise en hygiène du travail (Université de Montréal), en évaluation de risque (Université de Montréal) et en évaluation d'impact (Université du Québec à Montréal).

**Résultats:** Les résultats fournissent un exemple du profil d'exposition au formaldéhyde des travailleurs québécois sous la forme d'une matrice exposition-secteur d'activité économique et décrivent l'état des connaissances et des données disponibles pour évaluer l'impact économique et sanitaire. L'étude préliminaire évalue la population à 94 363 travailleurs exposés dans 2543 établissements. L'examen critique des limites de ces résultats indique que les données sont incomplètes et que l'estimation de la population de travailleurs exposés représente une surévaluation. La description de la population devrait être complétée, validée et raffinée par l'introduction d'informations complémentaires sur les procédés et les postes de travail. L'évaluation de l'impact économique doit comprendre deux parties: l'identification de toutes les sources potentielles de coûts liés à l'abaissement de la norme et l'évaluation monétaire de chacune des composantes des coûts et bénéfices incluant les facteurs reliés à la compétitivité des entreprises québécoises. L'évaluation de l'impact toxicologique peut se faire par expertise, révision et application des évaluations de risque, validation des prévisions et calcul de l'impact.

**Retombées prévisibles:** L'étude préliminaire mènera à la formulation d'un protocole de recherche qui permette d'évaluer l'impact d'un abaissement de valeur d'exposition admissible pour le formaldéhyde. Elle fournit les éléments d'une façon de faire québécoise sur les évaluations d'impact d'une modification réglementaire en SST.

## Préambule

À maintes reprises au cours des dernières années, les participants au comité paritaire 3.33.1 de la CSST, en charge de la révision de l'Annexe A du **Règlement sur la qualité du milieu de travail**, ont manifesté leur intérêt à pouvoir procéder à des évaluations d'impact. Ils ont formulé ce souhait par l'intermédiaire d'une demande de la CSST à l'IRSST, le 29 mai 1998: « *Une autre demande concerne laformaldehyde. Pourpouvoir seprononcer sur un abaissement éventuel de la norme pour cette substance, le comité demande à l'IRSST un état de situation sur cette substance. Ce portrait devra comprendre une étude d'impact économique sur l'abaissement de la norme selon plusieurs scénarios (norme à 2ppm, 1 ppm, 0, 75ppm, 0, 3ppm), décrire les produits de substitution disponibles et identifier les procédés actuels utilisant ou produisant de laformaldehyde. Il est entendu que cet état de situation devra aussi comprendre les impacts sur la santé des travailleurs. »*

L'IRSST a proposé alors, dans un premier temps, une étude préliminaire pour faire le point sur les connaissances actuelles des effets du formaldéhyde sur la santé humaine et pour proposer la méthodologie d'une éventuelle évaluation d'impact socio-économique et sanitaire d'un abaissement de la norme. Le présent rapport décrit les résultats de l'étude préliminaire. Il ne fournit pas l'évaluation d'impact mais va aussi loin que possible avec les données et les connaissances disponibles, dans l'élaboration d'un modèle d'évaluation d'impact et la proposition d'une méthodologie qui orienterait les futures évaluations d'impact en santé et en sécurité du travail.

Lors de l'évaluation du protocole du projet intitulé: « Évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde », les membres du sous-comité du conseil scientifique ont demandé aux chercheurs de publier le rapport final de l'étude préliminaire pour garantir l'accès du contenu du rapport aux spécialistes en santé et sécurité du travail.

## Introduction

Le comité paritaire 3.33.1 de la CSST, en charge de la révision de l'Annexe A du *Règlement sur la qualité du milieu de travail*, procède aux modifications du règlement par l'établissement de consensus sur chacun des sujets discutés. Dans certain cas, les membres du comité souhaitent disposer d'une meilleure connaissance des impacts de leurs décisions sur la santé et la sécurité des travailleurs, sur la facilité ou la difficulté technique d'entériner ces modifications réglementaires ainsi que sur le contexte économique des entreprises et des organismes québécois qui sont assujettis à ces modifications. L'abaissement de la valeur d'exposition admissible (VEA) actuelle du formaldéhyde, d'une valeur plafond (P) de 2 ppm vers une valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) ou une valeur plafond de 1, 0,75 ou 0,3 ppm, est un de ces cas.

Pour structurer les éléments de la démarche, l'IRSST a subdivisé l'étude préliminaire en quatre volets dont la synthèse pourrait fournir l'évaluation d'impact qui est souhaitée. Ces volets sont:

- l'établissement d'un portrait de l'exposition actuelle des populations de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde,
- l'évaluation de l'impact économique,
- l'évaluation des impacts sur la santé des travailleurs,
- la connaissance des produits de substitution et des modifications de procédé qui peuvent contribuer aux résultats de l'évaluation d'impact et éventuellement faciliter l'application des modifications réglementaires.

L'étude préliminaire vise à préciser les connaissances, les données et les ressources requises pour répondre à la question et à expliquer leurs limites.

### État des connaissances scientifiques ou techniques

#### Introduction

Ce rapport décrit l'état des connaissances sur l'impact d'un abaissement de valeur d'exposition admissible pour le formaldéhyde, sous forme d'un document de synthèse et d'annexés provenant des différents groupes de chercheurs. L'annexe 1 contient les rapports des travaux des participants d'un sous-comité qui a abordé la description de la population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde. L'annexe 1A de Laurent Gratton, fournit un cadre de référence des données requises pour décrire cette population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde; l'annexe 1B de Patrice Duguay et François Hébert décrit les résultats d'une consultation menée auprès des fabricants et des distributeurs québécois de formaldéhyde et explore différentes bases de données pour estimer les effectifs des travailleurs; l'annexe 1C de Robert Arcand analyse les sources de données disponibles sur l'exposition des travailleurs québécois au formaldéhyde et compare ses résultats à d'autres bases de données en santé et sécurité du travail; et l'annexe 1D de Michel Gérin et Denis Begin résume les possibilités et les limites des sources de données sur les expositions professionnelles. Les annexes 1B et 1C ont pris le secteur de fabrication des panneaux agglomérés comme exemple pratique d'exploration de la faisabilité.

L'annexe 2, de Pierre Lefebvre et Stéphane Pallage, explore la méthode et l'inventaire des éléments qui supportent la faisabilité de l'évaluation d'impact économique. L'annexe 3, d'Yvette Bonvalot, Gaétan Carrier et Michel Gérin, établit l'état des connaissances sur le risque toxicologique d'exposition des travailleurs à une concentration inférieures à la VEA actuelle. Finalement, l'annexe 4, de Denis Begin et Michel Gérin, fait le point sur les connaissances actuelles de substitution du formaldéhyde et de

modifications des procédés.

Ces documents dressent le bilan d'une question complexe et présentent les difficultés méthodologiques de chacune des approches. Cette section présente la synthèse des éléments pertinents à la poursuite de recherche.

### **Description de la population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde**

La description de la population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde poursuit deux objectifs: l'objectif principal est de fournir les données nécessaires aux évaluations d'impact et l'objectif secondaire, de supporter les éventuelles mesures de prévention.

#### *Les données idéales*

Les résultats des études américaines de 1987 (Annexe 1A) suggèrent un mode de présentation des données nécessaires pour réaliser l'inventaire de la population de travailleurs. Ainsi, OSHA(USA) (Occupational safety and health administration (United States of America)) fournit par classe industrielle américaine (SIC-1987) la distribution du nombre d'entreprises, de l'effectif des travailleurs et du nombre de travailleurs exposés. Les résultats d'OSHA sont une première source de données sur les types d'entreprises qui utilisent le formaldéhyde et les niveaux d'exposition à ce produit. Il s'agit en fait d'une matrice entre les secteurs d'activité économique et les niveaux d'exposition.

Dans cette matrice américaine, le nombre de travailleurs exposés est réparti sur la gamme d'expositions suivante: >1 ppm, 0,5-1,0 ppm, 0,1-0,5 ppm et le total du nombre d'employés exposés à plus de 0,1 ppm de formaldéhyde. Idéalement, la production de la matrice québécoise décrivant la distribution du nombre de travailleurs selon les niveaux d'exposition précités, soit >2, 2-1, 1—0,75, 0,75-0,3 et <0,3 ppm en fonction des secteurs d'activité économique, constituerait le bilan quantitatif de la population des travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde dans les entreprises québécoises.

**En résumé**, OSHA (1987) a estimé à 2,1 millions, le nombre de travailleurs exposés à des concentrations > 0,1 ppm de formaldéhyde. Plus de 13 000 travailleurs dans 3466 établissements étaient exposés à des concentrations supérieures à 1,0 ppm. Les 2,1 millions de travailleurs exposés œuvraient dans des entreprises dont les effectifs totaux étaient de 3,0 millions d'employés. Insistons sur la présentation d'OSHA qui regroupe les entreprises en trois parties dans lesquelles l'exposition des travailleurs varie de la façon suivante: Partie 1: 0,1 à >1 ppm; Partie 2: 0,1 à 1 ppm; Partie 3: 0,1 à 0,5 ppm.

#### *Démarche exploratoire d'estimation des effectifs de travailleurs*

Diverses démarches ont été explorées pour obtenir les mêmes données que les données américaines dans le contexte québécois. L'annexe 1B décrit une démarche exploratoire auprès des fabricants et des distributeurs de formaldéhyde pour recueillir des renseignements sur leurs membres et pour s'enquérir de la possibilité éventuelle d'obtenir des informations sur les activités industrielles de leurs clientèles. Six fabricants de formaldéhyde et huit distributeurs au Québec ainsi que cinq associations sectorielles ou organismes professionnels ont été consultés par téléphone afin de compléter l'information. Il ressort de cette démarche que le formaldéhyde produit au Québec est destiné dans une très grande mesure à l'industrie des contre-plaqué et des panneaux de particules.

Une autre approche portait sur l'examen de quatre bases de données, [EERH (Emploi, gains et durée du travail de Statistique Canada), le recensement de la population, le recensement des manufacturiers, les sous-dossiers financiers de la CSST], qui peuvent nous informer sur les effectifs de la main-d'œuvre au Québec. Pour comparer la faisabilité d'utilisation des différentes banques, l'industrie des contre-plaqué et des panneaux de particules a été retenue en raison de la quantité de formaldéhyde utilisée, du nombre de travailleurs et des niveaux d'exposition potentiels.

Ces quatre bases de données mènent à une estimation au Québec variant de 1824 à 4090 travailleurs dans 26 à 56 établissements dans l'industrie des contre-plaqué et des panneaux de particules. La base de données la plus pertinente pour notre étude semble être le fichier des sous-dossiers financiers de la CSST (Commission de la santé et de la sécurité du travail) qui indique 2 824 travailleurs dans 56 établissements. Ces bases de données ne fournissent aucune information sur l'exposition des travailleurs. Elles ne peuvent servir qu'à mesurer le nombre de travailleurs et d'établissements pour les classes industrielles déjà identifiées en terme d'entreprises où des travailleurs utilisent ou sont susceptibles d'utiliser le formaldéhyde.

**En résumé**, le fichier des sous-dossiers financiers de la CSST reflète directement les données économiques de base du demandeur, la CSST. Il fournit le portrait le plus à jour et permet d'obtenir des renseignements nominatifs (quoique confidentiels) sur les établissements en vue d'un usage éventuel pour raffiner et valider nos connaissances de l'exposition des travailleurs au formaldéhyde.

### *La répartition des effectifs de travailleurs par niveaux d'exposition*

D'une part, quatre sources (Annexe 1C) de données québécoises sont accessibles pour tenter de déterminer le nombre de travailleurs exposés au formaldéhyde et de les classer par plages de concentrations (>2; 2-1; 1-0,75; 0,75-0,3 et <0,3 ppm): ce sont, les concentrations en zone respiratoire des travailleurs estimées à partir d'échantillonnages réalisés en milieu de travail par les intervenants de santé publique (SMEST), les résultats des analyses de l'IRSST, les lésions professionnelles reliées au formaldéhyde et acceptées par la CSST, les demandes de retrait préventif. Notons que le SMEST et l'IRSST traitent, en partie, les mêmes échantillons ce qui rend ces deux bases de données complémentaires et non pas indépendantes l'une de l'autre.

D'autre part, il existe trois catégories de sources d'information scientifique et technique sur l'exposition professionnelle au formaldéhyde (Annexe 1D): les sources bibliographiques, les banques de données d'exposition autres que québécoises et les matrices emploi-exposition.

### *Sources québécoises*

Malgré le petit nombre de résultats dans plusieurs cas et les limites associées aux objectifs du réseau de la santé, dont les activités sont concentrées essentiellement sur les secteurs prioritaires d'activité économique, ces données québécoises permettent d'identifier les entreprises indépendamment des données de OSHA et de les regrouper selon les gammes d'exposition au formaldéhyde. Ceci nous permet, en première analyse de confirmer et de compléter la matrice OSHA en fonction du contexte québécois.

Au total, dans le SMEST (1994-1997) quelques 2029 travailleurs exposés au formaldéhyde dans 21 secteurs d'activité économique se répartissent de la façon suivante:

Concentrations (ppm)	% cumulatif du nombre de travailleurs	Nombre de secteurs d'activité
≥0	100%	21
>0,3	25%	13
>0,75	12%	8
>1	10%	5
>2	3%	4

Appliqués à l'industrie des contre-plaqués et des panneaux de particules, les résultats du SMEST et de l'IRSST se répartiraient ainsi:

Concentrations (ppm)	SMEST (% cumulatif du nombre de travailleurs)	IRSST (% cumulatif du nombre de résultats d'analyse)
≥0	100	100
>0,3	3	34
>0,75	3	10
>1	3	7
>2	0	2

Les résultats du SMEST ne couvrent que quatre années et sont pondérés sur huit heures. Les résultats de l'IRSST proviennent, en grande partie, des mêmes échantillonnages que le SMEST mais réfèrent à des résultats bruts d'analyse échelonnés sur une période de dix ans. Les résultats américains (>0,1 ppm = 100%; >0,5 ppm = 5% et >1 ppm = 1% pour l'ensemble des panneaux agglomérés provenant de bois résineux et feuillus et de >0,1 ppm = 100%, >0,5 ppm = 19% et >1 ppm = 4 % pour les feuillus seuls (Annexe 2, Tableau 1)) sont difficiles à comparer aux résultats québécois, à cause des différences de correspondance des classifications des entreprises utilisées Québec et aux États-Unis et un traitement différent des données découlant des stratégies d'échantillonnage propres à chacune des juridictions.

Le SMEST offre aussi la possibilité intéressante d'examiner les résultats par code de profession, pour ainsi faire ressortir les professions au sein desquelles une fraction significative de travailleurs est exposée à plus que 0,3 ppm. Ces professions sont les suivantes: technicien de laboratoire médical, autre manœuvre, contrôleur, trieur fabrication/réparation, ouvrier au traitement du bois, manœuvre manutentionnaire, charpentier en charpentes de bois, ouvrier de papeterie, ouvrier fabrication de contre-plaqué; raboteur, tourneur, façonneur de bois, manœuvre industrie du bois, mélangeur de produits chimiques, peintre décorateur, d'articles manufacturés, etc (Annexe 1C, page 5). Évidemment, la base de données du SMEST prendra beaucoup d'importance à mesure que le nombre de travailleurs augmentera.

Aucune base de données ne donne de résultats d'exposition en zone respiratoire par instrument à lecture directe pour vérification de la conformité à une valeur plafond. C'est là une faille importante des données existantes qui devra être comblée dans la méthodologie d'un projet éventuel.

La banque des lésions professionnelles indemnisées par la CSST ne fournit qu'un faible nombre de

cas et les dossiers de retrait préventif ne fournissent pas d'évaluation quantitative du niveau d'exposition.

**En résumé**, le SMEST a la structure pour répondre aux besoins de l'établissement de la matrice poste-exposition pour chacun des secteurs d'activité économique mais la robustesse des données sur le formaldéhyde laisse à désirer à cause du petit nombre de résultats. De plus, les priorités administratives accordées à certains secteurs d'activité économique et les objectifs du réseau de la santé et sécurité du travail qui visent plus directement à orienter les actions de prévention qu'à décrire l'exposition des populations, sont des aspects à considérer dans l'utilisation de cette source de données. Les données du SMEST pourraient être renforcées par la collecte de résultats provenant d'autres sources telles que les entreprises elles-mêmes ou par une campagne d'échantillonnage effectuée dans un échantillon statistique de la population de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés.

#### *Sources d'information scientifique et technique*

Il faut souligner l'importance des sources documentaires qui permettent habituellement de porter un jugement sur la validité des données d'exposition « locales ». Parmi les bases de données, IMIS (Integrated Management Information System) qui est la base de OSHA et FINJEM (Finish Job-Exposure Matrix) paraissent particulièrement prometteuses à cause de la proximité des États-Unis et de la nature récente des données dans le cas d'IMIS et de l'expertise intégrée dans les données de FINJEM. Pour chaque type de source d'informations, il faut cependant faire preuve de jugement en reconnaissant les limites. Ces sources de données sont particulièrement précieuses pour former une expertise sur l'exposition des travailleurs au formaldéhyde selon les différentes entreprises, procédés et moyens de prévention.

**En résumé**, les sources documentaires sont particulièrement importantes pour fins de formation de l'expertise et de validation des résultats d'évaluation de l'exposition. Elles serviront également aux experts à évaluer des données complémentaires, qualitatives ou quantitatives.

### **Évaluation de l'impact socio-économique**

L'annexe 2 précise les deux parties principales que comprend une évaluation d'impact socio-économique ou d'analyse avantages-coûts:

- a) l'identification de toutes les sources potentielles de coûts liés à l'abaissement de la norme, de même que des sources de bénéfices potentiels, ceux-ci étant principalement constitués de coûts évités du fait de l'abaissement de la norme;
- b) l'évaluation monétaire de chacune des composantes des coûts et bénéfices.

Pour procéder à cette analyse avantages-coûts, il est nécessaire d'obtenir un bilan quantitatif et qualitatif de tous les éléments suivants:

- Population concernée (matrice exposition/secteurs d'activité économique)
- Impact des mécanismes autres que réglementaires
- Faisabilité technologique
- Coûts
- Bénéfices
- Détermination d'un seuil d'impact majeur (coût pour l'économie, secteur d'activité, emplois, concurrence, productivité).

Reprenons chacun de ces éléments tout en spécifiant la méthodologie d'acquisition des données qui permettront d'établir le bilan quantitatif et qualitatif.

### *Population concernée*

#### Inventaire

OSHA a effectué lors de sa révision de norme pour le formaldéhyde en 1987 et en 1991, des évaluations d'impact qui peuvent servir de base ou de référence à l'évaluation québécoise d'impact. A chacune de ces années, OSHA a établi l'inventaire de sa situation à partir d'une enquête effectuée par NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) sur l'exposition, entre autres, au formaldéhyde, possiblement enrichie par les résultats des inspecteurs américains du travail. Soulignons toutefois qu'OSHA a effectué son inventaire de 1991 en formulant l'hypothèse qu'entre 1987 et 1991 toutes les entreprises américaines s'étaient conformées à la norme de 1987. Évidemment, cette hypothèse ne peut s'appliquer au Québec parce que la VEA n'a pas été modifiée en 1987.

Les tableaux 1 et 2 de l'annexe 2 résument les résultats. Encore une fois, ces tableaux sont séparés en trois parties, Partie 1: 0,1 à >1,0 ppm; Partie 2: 0,1 à 1,0 ppm et Partie 3: 0,1 à 0,5 ppm.

Ainsi, en établissant la concordance entre les classifications types des entreprises du Canada et des États-Unis, la même description qu'aux États-Unis peut être reproduite au Québec. La distribution de l'exposition des travailleurs est alors effectuée en se servant des résultats d'exposition du SMEST et de l'IRSST.

Les résultats de cet exercice sont présentés au tableau 8 de l'annexe 2 en regroupant, autant que possible, les secteurs d'activité économique de la même façon que les Parties 1, 2 et 3 de l'OSHA. Ce tableau qui résume l'état actuel de nos connaissances québécoises sur le nombre de travailleurs, le nombre d'établissements et l'exposition potentielle de ces travailleurs, est reproduit dans cette section sous le titre suivant: *Tableau 8 de l'annexe 2: Estimation du nombre d'employés selon le niveau d'exposition au formaldéhyde, nombre estimé d'établissements et source de la mesure, Québec 1996.*

La partie 1 du tableau 8 de l'annexe 2, qui devrait regrouper les entreprises où les expositions sont les plus élevées, présente un certain nombre de résultats pour la plupart des CTI sauf pour l'industrie des panneaux de construction (CTI, 2714), l'industrie de la préservation du bois (CTI, 2591), les salons funéraires (CTI, 9732) et les CTI 2649, 2692, 2971 et 2999. Le nombre d'observations varient de 7 à 563 en excluant les entreprises non recensées au Québec. Le nombre d'employés exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde est de 42051 travailleurs dans 1652 établissements. Il y a un bon recouvrement entre les résultats américains et québécois, ce qui supporte l'ensemble du processus d'identification des travailleurs exposés à des concentrations plus grandes que 1 ppm.

La partie 2 du tableau 8 donne très peu de données sur cette tranche d'exposition qui peut être importante dans l'évaluation d'impact; il faudrait donc la compléter. Elle pourrait représenter jusqu'à après de 60 000 travailleurs dans 1530 établissements.

La partie 3 rassemble, à part quelques exceptions, les entreprises où les travailleurs devraient

être les moins exposés. Tel qu'attendu logiquement, dans ce groupe d'entreprises, l'exposition des travailleurs n'est couverte, dans la plupart des cas, que par quelques observations fragmentaires. Quelques exceptions mettent en évidence des classes d'entreprises qui ne sont pas incluses dans les Parties 1 et 2 et qui semblent présenter des expositions supérieures à 1 ppm. Ce sont les autres entreprises du papier journal (CTI, 2719), les entreprises du pain et des produits connexes (CTI, 1072) (possibilité d'un agrégat), les autres entreprises de produits alimentaires (CTI, 1099), les entreprises des tuyaux en plastique (CTI, 1621), les entreprises des valises et bourses, (CTI, 1713), les autres entreprises d'impression commerciale (CTI, 2819), les entreprises de pièces électroniques (CTI, 3352) (produits de décomposition), industrie des produits pharmaceutiques (CTI, 3741) et l'industrie des articles de sport (CTI, 3931). La partie 3 regroupe 144 555 employés exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde dans 3575 établissements.

Tableau 8 de l'annexe 2: Estimation du nombre d'employés selon le niveau d'exposition au formaldéhyde, nombre estimé d'établissements et source de la mesure, Québec 1996

Niveaux /CTI-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Employé	Établissement	M
<b>Partie 1</b>								
2521 -Placages & contre-plaqués (feuillu)						1512 <sup>a</sup>	24	S/I
2592-Ind. des panneaux particules						2385 <sup>b</sup>	6	
2593- Ind. des panneaux de copeaux	382	137	17	29	12	577	5	I/S
2714- Ind. des panneaux de construction						288	4	-
2549- Autres inds. du bois travaillé	1 741	682	267	267	0	2967	123	I/S
2599-Autres inds. du bois nca	109	327	0	109	545	1 089	60	I/S
2541 -Ind. des bâtiments préfabriqués	488	100	0	0	0	588	39	I
2544-Ind. d'éléments de charpente en bois						n.r.	n.r.	S/I
2561- Ind. des boîtes et palettes en bois	71	643	0	0	0	714	55	I
2591 -Industrie de la préservation du bois						n.d.	10	I
2512-Ind. des produits de scieries et rabotage	8382	2 100	0	4198	0	14680	292	I
19*- Entreprises des produits textiles								
25*-Entreprises du bois								
26*-Meubles et articles d'ameublement								
2542-Armoires de cuisine &salles de bains								
2543-Ind. des portes et fenêtres en bois	2527	0	161	0	0	2688	328	I/S
2611 -Ind. des meubles de maison en bois	240	0	0	1204	960	2404	136	I
2612-Ind. des meubles rembourrés	2866	632	0	1 069	291	4858	224	S/I
2619-Autres ind. des meubles de maison	0	610	0	1 089	0	1 694	45	S/I
2641 -Ind. des meubles de bureau en métal	555	0	0	227	0	782	24	S/I
2642-Ind. des meubles de bureau en bois	223	148	0	0	0	371	10	I
2693-Ind. des meubles de jardin						n.r.	n.r.	S
2649-Autres ind. des meubles de bureau						n.r.	n.r.	I
2692-Ameublement d'hôtels & restaurants						1001	47	-
2699-Autres articles d'ameublement nca						2526	91	-
	578	248	83	83	41	1033	75	I/S
3731 -Mat. plastiques & résines synthétiques	661	228	36	228	36	1 201	32	I/S
291*-Ind. sidérurgiques								
2941 -Fonderies de fer								
2962-Laminage-moulage-extrusion d'alu.	890	209	0	0	0	1 099	18	I/S
2971 -Laminage-moulage-extrusion cuivre	1321	163	0	0	0	1489	23	I/S
2999-Autre laminage, moulage des métaux						c	11	-
						c	22	I
9731 -Salons funéraires						N.D.	N.D.	I
Total partiel	21 034	6227	564	8503	1 885	42051	1 652	

a: CTI-252; b: CTI-259; c: CTI-29=20 427 employés.

n.r.: industrie non recensée pour le Québec.

N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTI-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Etablis- sement	M
<b>Partie 2</b>								
181*-Ind. des filés & tissus filés						2451 <sup>d</sup>	12	-
1811-Ind. des fibres textiles synthétiques						n.d.	n.d.	I
199*-Autres inds. des produits textiles						7462	n.d.	-
1991 -Industrie des textiles étroits						n.d.	16	-
1992-Teinture et finissage en textile	2055	335	0	0	0	2390	82	I
1993-Articles de maison en textile						2523	61	-
1994-Articles d'hygiène en textile						n.d.	7	-
1999-Autres ind. de produits textiles						n.d.	45	I
19*-Ind. des produits textiles								
24-Ind. de l'habillement						39948	1 113	-
2454(1 ?)-Ind. Des vêtements pour enfants						2295	91	I
32*-Inds. du matériel de transport								
3257-Accessoires, textile pour automobiles						ad.	7	-
39*-Autres ind. Manuf.								
3992-Ind. des attaches pour vêtements						n.d.	8	I
3712*-Produits chimiques organiques nca;	0	172	0	172	0	344	10	I
3799*-Autres ind. Produits chimiques	2246	0	0	0	0	2246	76	S
3731 -Mat. plastiques & résines synthétiques	d.c.	dc.	dc.	dc.	d.c.	d.c.	d.c.	I/S
Total partiel	4301	507	0	172	0	59659	1 528	

d: CTI-181 =fibres chimiques+filés+filature et tissage de la laine.

n.d.: non disponible pour des raisons de confidentialité.

d.c.: nombres comptabilisés ailleurs dans le tableau.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTI-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Établis- sement	M
<b>Partie 3</b>								
2522- Placages & contreplaques (résineux)						1512 <sup>a</sup>	2	S/I
2711-Ind. des pâtes à papier	1479	493	0	0	0	1972	11	S
2712-Ind du papier journal						10188	21	
2719-Autres inds. du papier	709	1455	224	639	709	3732	18	I/S
2721*-Ind. du papier-toiture asphalté						n.d.	2	-
2733*-Ind. des sacs en papier	298	37	0	0	0	335	6	I
2791-Ind. des papiers couchés ou traités	346	1038	0	0	0	n.d.	13	-
2792*-Ind. des produits en papeterie						1 384	20	I
2793*-Produits de consommation en papier						n.d.	8	-
2799*-Autres produits en papier transformé	170	0	0	0	0	670	33	I
2713*-Ind. du carton						1 916	16	
2731 *-Ind. des boîtes pliantes & rigides	2 173	0	0	0	0	2173	32	I
2732-Ind. des boîtes en carton ondulé	1459	486	0	0	0	1 945	29	S/I
3712*-Produits chimiques organiques nca						d.c.	d.c.	I
3799*-Autres produits chimiques nca						d.c.	d.c.	S
3751-Ind. des peintures et vernis	982	0	0	0	0	982	36	I
3711*-Produits chimiques inorganiques nca	1326	176	196	0	0	1 598	37	S/I
3721*-Ind. des engrais chimiques						299 <sup>e</sup>	4	-
3729-Autres produits chimiques agricoles						299 <sup>e</sup>	d.c.	-
3799*-Autres produits chimiques nca						d.c.	d.c.	S
3792-Ind. des adhésifs	145	95	49	0	0	289	15	I/S
3712*-Produits chimiques organiques nca						d.c.	d.c.	I
3711*-Produits chimiques inorganiques nca						d.c.	d.c.	I/S
3799*-Autres produits chimiques nca						d.c.	d.c.	S
3791*-Ind. des encres d'imprimerie						222	16	-
3599*-Produits minéraux divers non métalli.						3599	69	-
Total partiel	9088	3780	469	639	709	31 603	386	

a: CTI-252.

e: CTI-372-Produits chimiques agricoles.

d.c.: nombres comptabilisés ailleurs dans le tableau.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTT-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- Yé	Etablis- sement	M
<b>Partie 3 suite</b>								
3099*-Autres ind. de produits en métal nca						2868 <sup>f</sup>	110 <sup>f</sup>	I/S
3571-Ind. des abrasifs	264	0	0	0	0	264	11	S/I
3761 *-Savons et composés pour le nettoyage	400	44	0	0	0	444	41	I/S
3594-Isolants de minéraux non métalliques	331	73	0	0	0	404	7	I
3071*-Ind. du matériel de chauffage	494	0	0	0	0	494	27	I
3311 *-Petits appareils électriques						n.d.	28	-
3399*-Autres produits électriques nca						656	22	-
3379*-Autre matériel elect, d'usage indus.						515	44	-
3392-Dispositifs de câblage sans courant						1336 <sup>g</sup>	8 <sup>g</sup>	I
3251 *-Moteurs & pièces de véhicules						n.d.	8	-
3252 *-Assemblages de câbles pour véhicules						245	4	-
3391*-Ind. des accumulateurs						n.d.	8	-
5529*-Autres pièces-véhicule auto. Gros						N.D.	N.D.	-
3243*-Remorques d'usage non commercial						n.d.	14	-
2821*-Clichage, composition & reliure	184	17	0	17	0	216	234	I
6571 *-Appareils & fournitures-photo, détail						N.D.	N.D.	S/I
861 -Hôpitaux								
8611-CH de courte durée						N.D.	N.D.	S/I
8613-CH de soins prolongés						N.D.	N.D.	I
8614-CH soins de long terme						N.D.	N.D.	I
8624-CAR handicapés mentaux						N.D.	N.D.	I
8625-CAR mésadaptés sociaux						N.D.	N.D.	I
8622-Centres de réadaptation physique						N.D.	N.D.	S/I
8631-CLSC						N.D.	N.D.	I/S
8639*-Autres soins de santé hors inst.						N.D.	N.D.	I/S
8653-Cabinets de dentistes						N.D.	N.D.	I/S
8521-Enseignement postsecond, non-univer.						N.D.	N.D.	I
853-Enseignement universitaire						N.D.	N.D.	I
Total partiel	1 673	134	0	17	0	7442	566	

f: CTI-372-Produits chimiques agricoles.

g: CTI-339-Autres entreprises de produits électriques.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2 : suite

Niveaux /CTI-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Établis- sement	M
0213-Ser. relatifs à l'élevage des volailles								I
1061-Industrie des aliments pour animaux						n.d.	1	?I
1021-Ind. de la transformation du poisson						n.d.	56	S
1072-Ind. du pain et produits connexes	4405	0	0	489	0	4894	200	S/I
1083 -Ind. des confiseries et du chocolat	963	131	0	0	0	1094	39	S
1099-Autres ind. de produits alimentaires	1837	158	158	158	824	3 168	102	I/S
1599-Autres ind. des produits en caoutchouc						5 140 <sup>h</sup>	52	I/S
1611-Ind. des produits en plastique mousse	928	0	0	0	0	928	25	I
1621-Ind. des tuyaux en plastique	298	0	0	84	84	465	13	I/S
1631-Ind. des pellicules en plastiques	914	0	0	0	0	914	22	I
1641- Ind. des produits en plastique stratifié						n.r.	n.r.	I
1661-Ind. des contenants en matière plast.						n.r.	n.r.	S/I
1691- Ind. des sacs en matière plastique	1419	0	0	0	0	1419	41	S/I
1699-Autres ind. des produits en mat. plast.	8561	0	0	0	0	8561	254	I/S
1711-Tanneries						n.d.	10	S/I
1712-Industrie de la chaussure						n.d.	37	I/S
1713-Entreprises des valises, bourses	0	337	95	0	0	432	22	I
2819-Autres ind. d'impression commerciale	0	3545	6881	0	0	10425	767	S/I
3041 -Ind. du revêtement de produits en mét.	1378	0	0	0	0	1 378	57	S
3042-Ind. des récipients et fermeture en mét.	656	231	0	0	0	887	16	I
3081 -Ateliers d'usinage	4045	829	0	0	0	4874	466	S/I
3211-Ind. des aéronefs et pièces	10699	1 189	0	0	0	11 888	54	S
3255-Ind. des roues et freins automobile						n.d.	14	I
3299-Autres ind. du matériel de transport						n.d.	6	I
3352-Ind. des pièces électroniques	2363	769	1594	769	0	5496	72	I
3359-Autres ind. du matériel électronique						n.d.	58	I/S
3741-Ind. des produits pharmaceutiques	1 913	0	0	638	638	3 188	47	I/S
3771-Ind. des produits de toilette	1220	0	0	0	0	1220	29	I/S
3931-Ind. des articles de sport	1 786	992	397	397	397	3969	68	I
Total partiel	43385	8 181	9125	2535	1943	70340	2528	

? : CTI-1061=huiles végétales sauf maïs; h: CIT-15=Entreprises des produits en caoutchouc.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

n.r.: industrie non recensée au Québec.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: fin

Niveaux /CTI-Entreprises Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Établis- sement	M
2695-Ind. des cadres						n.r.	n.r.	S
3997-Ind. Articles pour bureaux et artistes						n.r.	n.r.	I
5217-Commerce de gros des viandes						N.D.	N.D.	I
5631 -Commerce de gros de bois de construction						N.D.	N.D.	S
5999-Autre commerce de gros						N.D.	N.D.	I
6521 -Fleuristes						N.D.	N.D.	I/S
7753-Services de laboratoire de recherche						N.D.	N.D.	I
6032-Pharmacies						N.D.	N.D.	S
9712-Salon de beauté pour femmes						N.D.	N.D.	I
9713-Salon de coiffure pour hommes et fem.						N.D.	N.D.	I
1049-Autres entreprises de produits laitiers	3358	0	0	0	0	3358	52	I
3371-Ind. Des transformateurs électriques	637	0	0	0	0	637	16	I
3381-Ind. Des fils et câbles électriques	1 175	0	0	0	0	1 175	18	I
3591-Ind. Des produits réfractaires						n.d.	9	I
Total partiel	5 170	0	0	0	0	5 170	95	
Total	84651	18829	10158	11 866	4537	216265	6755	

Sources: tableaux 3,4, 6 et 7.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

n.r.: industrie non recensée au Québec.

N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.

Nb. Étab.: nombre d'établissements.

S: SMEST; I: IRSST, I/S ou S/I la première lettre de provenance indique l'organisme qui rapportait le plus de résultats et qui a été retenu pour les calculs; M source de la mesure d'exposition.

### Limites de l'inventaire

Les données compilées au Tableau 8 de l'annexe 2 constitue un bon point de départ mais présentent de nombreuses limites.

Premièrement, l'utilisation sans validation de données d'exposition qu'elles soient de OSHA, du SMEST ou de l'IRSST ou d'autres banques internationales d'exposition (Annexe ID), peut mener à des biais importants. En effet, ces données peuvent ne pas être représentatives de l'exposition de l'ensemble des travailleurs parce qu'elles ont été obtenues dans un contexte qui peut différer du Québec (OSHA) ou dans le cadre de démarches visant, la plupart du temps, à identifier les travailleurs les plus exposés (SMEST et IRSST). Il peut en ressortir une distribution avec sur-représentation des niveaux élevés. Appliquée à l'ensemble des effectifs des divers secteurs, cette sur-représentation peut mener à une surévaluation des impacts sur la santé et des coûts. Notons aussi que l'inventaire québécois représente le portrait de l'exposition durant 9 ans à l'IRSST et 4 ans au SMEST. Donc la situation a pu évoluer durant la période des échantillonnages. De plus, les résultats de l'IRSST sont des résultats d'analyse tandis que les résultats du SMEST sont des mesures de

l'exposition pondérée réelle du travailleur.

Deuxièmement, l'utilisation de diverses banques de données pose plusieurs problèmes méthodologiques: l'âge et la période de couverture des banques, la compatibilité informatique, les conversions des codes d'activité économique ou de professions (e.g. américain vers québécois), l'absence ou le petit nombre de données, la priorisation de secteurs d'activité économique, etc. Ces problèmes peuvent être résolus par la formation d'une expertise qui valide les données en se basant sur la complémentarité des différentes sources d'information (Annexe 1D). Finalement, aucune base de données ne donne de résultats sur des mesures de courte durée qui permettent de vérifier la conformité à une valeur plafond.

Troisièmement, une liste de secteurs n'est pas idéale pour cerner les travailleurs exposés étant donné les groupements qui sont faits sous le même code, de sous-secteurs ou de procédés différents. Il faut garder en mémoire que les postes de travail jouent un rôle crucial dans la définition de l'exposition en hygiène industrielle.

Il serait donc important de pouvoir consolider la liste actuelle du tableau 8 par le croisement de plusieurs sources d'information et de compléter cette liste par des échantillonnages en milieu de travail lorsque les données sont trop peu nombreuses ou inexistantes. Il serait aussi important de raffiner cette liste par de l'information sur les procédés et les postes de travail. Finalement, il faut développer une stratégie d'acquisition des données d'exposition de courte durée pour recueillir des données sur l'utilisation d'une valeur plafond.

**En résumé,** les données préliminaires donnent, pour le Québec, 216 265 employés exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde dans 6 755 établissements. De ce nombre, 84 651 travailleurs oeuvrant dans 653 établissements sont exposés en bas de la valeur de 0,35 ppm. L'abaissement de la VEA pourrait avoir un impact sur 131 614 travailleurs dans 2 922 établissements. La correction de ces chiffres en utilisant le rapport entre le nombre total d'employés à la production et le nombre réel de travailleurs exposés chez OSHA (Annexe 2, Tableau 1), donne les estimations québécoises suivantes: **94 363 travailleurs exposés dans 2543 établissements.**

L'examen critique des données montre que les données sont incomplètes et indique la probabilité que l'estimation de la population de travailleurs exposés représentent une sur-évaluation. Le contenu du tableau 8 doit être complété, validé et raffiné par l'introduction complémentaire des informations sur les procédés et les postes de travail.

#### *Impact des mécanismes autres que réglementaires*

Les considérations d'impact d'un abaissement de la VEA du formaldéhyde sur les mécanismes de prévention autres que réglementaire tels que l'inspection et les mesures de surveillance, n'ont pas été abordées au cours de l'étude préliminaire. Ces aspects devraient toutefois faire partie d'un projet éventuel sur l'évaluation d'impact.

#### *Faisabilité technologique*

L'identification du nombre d'entreprises qui pourraient avoir des problèmes d'exposition structurels (absence de contrôles de génie mécanique) ou inhérents aux processus de

fabrication ou d'utilisation a été abordée de façon informelle et ce problème semble présent dans certains secteurs d'activité économique de la partie 1 du tableau 8. Ces informations préliminaires pourraient être approfondies par l'établissement des matrices poste-exposition qui permettront une étude systématique des procédés et des postes de travail.

### *Coûts et bénéfices*

Les coûts et les bénéfices associés aux changements de norme aux États-Unis ont été établis en tenant compte à toutes fins pratiques des coûts d'équipement (ventilation), des coûts de formation, des coûts de retrait médical et de différentes hypothèses sur la réaction des entreprises aux changements de norme antérieurs (Annexe 2). Les coûts en 1987 pour abaisser la norme de 2 ppm à 1 ppm, étaient évalués par OSHA à environ 35 000 000 \$. Ces coûts sont présentés au tableau 10b comme étant des coûts annuels.

Les avantages pécuniaires d'un abaissement des normes d'exposition au formaldéhyde sont essentiellement constitués de coûts évités tels que le coût associé aux cas de cancers et certains gains d'efficacité associés à la réduction des irritations donc à une réduction des pertes de jour de travail. OSHA estime que 151 cancers pourront être évités au cours des 45 années suivant le passage au standard de 1992. Le coût social des irritations respiratoires évitées toucherait 2 156 801 travailleurs qui verraient une amélioration de leur qualité de vie au travail, toujours selon OSHA. Pour calculer cette amélioration, l'OSHA procède par projection: l'irritation au formaldéhyde affecte les travailleurs 125 jours par an, ce qui réduit l'activité et implique un coût de perte d'efficacité compris entre 5,50\$ et 23,50\$ par travailleur, par jour. Si 1% des personnes irritées sont retirées, le coût évité pour la société sera de:

$$\text{nombre d'employés} \times 1\% \times \text{taux de roulement} \times [5,5; 23,5]\$ \text{ par jour} \times 125 \text{ jours},$$

Le gain social, selon OSHA, se situerait entre 4,5 et 19,2 millions de \$.

Ce traitement de l'inventaire pour obtenir l'évaluation économique des coûts et bénéfices pourrait être réalisé de façon similaire au Québec en adaptant les chiffres au contexte économique de l'an 2 000 et en tenant compte de la situation québécoise quant à la formation des travailleurs, le retrait médical, la réaffectation, etc. Encore une fois, l'établissement des matrices poste-exposition structurera la documentation des informations pertinentes.

**En résumé,** l'évaluation de l'impact économique d'un abaissement de VEA pour le formaldéhyde est tout à fait réalisable. L'outil de base de l'évaluation d'impact économique demeure la matrice entre les expositions et les secteurs d'activité économique. L'évaluation détaillée des effectifs de travailleurs exposés par plages d'exposition passe par la réalisation de matrices poste-exposition pour chacun des secteurs d'activité économique. La qualité et la fiabilité des résultats de l'évaluation d'impact économique dépendent en grande partie de la robustesse des données de l'inventaire. La clarification des modalités de l'application de cet abaissement éventuel de la VEA simplifierait grandement la complexité de la démarche.

### **Évaluation de l'impact sur la santé des travailleurs**

L'annexe 3 fait, en premier lieu, la synthèse de l'état des connaissances sur la relation exposition au formaldéhyde et effets toxiques observés ou suspectés aux niveaux de concentrations voisines de la VEA actuelle, ainsi qu'à des niveaux de concentrations plus faibles lorsque ces données existent.

Dans un second temps, les auteurs s'attardent à voir si des niveaux d'exposition sans survenue d'effet adverse (NOAEL ou *no observed adverse effect level*) ou des plus faibles niveaux avec survenue d'effet adverse (LOAEL ou *lowest adverse effect level*) ont pu être déterminés et, si oui, avec quels niveaux de confiance tant quantitatifs que qualitatifs. Les LOAEL sont donnés pour les effets peu significatifs et significatifs tels que définis par ATSDR, pour laquelle un LOAEL pour effet peu significatif correspond à un niveau d'exposition qui ne devrait pas pouvoir induire des effets susceptibles de provoquer un dysfonctionnement important ou la mort. Les auteurs présentent les effets aigus, sub-chroniques et chroniques chez l'animal et l'humain. Globalement, chez l'animal, selon l'organe-cible, les NOAEL et LOAEL (significatifs) avec niveau de confiance élevée se situent entre 1 et 10 ppm pour les effets aigus, les effets sub-chroniques et les effets chroniques. Chez l'homme, les résultats sont un peu moins élevés, avec respectivement des NOAEL et des LOAEL (peu significatifs) variant entre 0,1 et 3 ppm pour les effets aigus, les effets sub-chroniques et les effets chroniques. Ceci met en évidence que les NOAEL et les LOAEL sont, somme toute, du même ordre de grandeur pour les effets aigus et les effets chroniques.

Le troisième point du document analyse la position de différents organismes régulateurs ou de recherche tels que NIOSH, OSHA, ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*), US.EPA (*Environmental Protection Agency*), ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) ou encore IARC (*International Agency for Research on Cancer*), afin de voir les données que ces organismes ont pris en considération et les limites qu'ils leur reconnaissent. Il faut souligner, à cet effet que, lors de l'abaissement de la TLV à 0,3 ppm valeur plafond en 1992, l'ACGIH visait la diminution des plaintes pour irritation des muqueuses.

Finalement, le quatrième point porte davantage sur les méthodes d'évaluation quantitative des risques à la santé qui ont été proposées dans ce cas et les limites qu'elles comportent.

**En résumé**, afin de mieux cerner les problématiques d'intérêt de ce projet, répétons les faits saillants présentés à l'annexe 3.

Chez l'animal, en ne conservant que les études auxquelles on peut attribuer un niveau de confiance élevé et pour tous les types d'effets confondus, les NOAEL varient entre 1 et 3 ppm, les LOAEL pour effets peu significatifs varient entre 3 et 10 ppm, alors que les LOAEL pour effets significatifs tels que définis par ATSDR (1998) varient entre 2 et 6 ppm. Chez l'humain, même s'il était difficile dans le cadre d'une étude préliminaire de définir une grille stricte permettant d'établir les niveaux de confiance des études, on peut dire que pour tous les types d'effets (aigus, sub-chroniques et chroniques incluant les effets cancérogènes) les NOAEL varient entre 0,7 ppm et 3 ppm, tandis que les LOAEL varient entre 0,08 ppm et 3 ppm. Notons que chez l'humain nombre de facteurs confondants sont présents en plus du formaldéhyde dans la plupart des études disponibles.

Si l'ACGIH (1999) a adopté une valeur plafond de 0,3 ppm pour prévenir les effets irritatifs du formaldéhyde, l'OSHA classe le formaldéhyde comme un cancérogène humain potentiel provoquant des cancers du nez et du poumon, et qui aurait d'autres liens possibles avec d'autres cancers (cerveau et leucémie) (OSHA, 1999). Les limites d'expositions permises (*permissible exposure limit* ou PEL) dans tous les lieux de travail (industrie en général, construction, industrie navale, agriculture exclue) sont de 0,75 ppm comme moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures, et de 2 ppm comme limite d'exposition court - terme (exposition maximale permise durant 15 minutes). L'OSH Act définit également un niveau d'action fixé à 0,5 ppm et mesuré comme une moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures. Ce niveau d'action requiert, entre autres, la mise en place de procédures de surveillance et de suivi lorsque l'exposition dépasse cette valeur (OSHA, 1995).

L'US.EPA a estimé en 1991, sur la base d'une procédure d'extrapolation hautes doses - faibles doses issue de la linéarisation du modèle multistage, des concentrations virtuellement sûres (ou VSD: Virtually Safe Dose) variant entre  $6,3 \times 10^{-3}$  ppm à  $6,3 \times 10^{-6}$  ppm pour des excès de risque vie entière, respectivement de  $10^{-4}$  et  $10^{-7}$  (US.EPA, 1991b). Ces mêmes résultats sont repris par ATSDR dans ses recommandations récentes (ATSDR, 1998).

Considérant les limites de ces données et sur la base des connaissances actuelles, il serait important de réaliser une analyse des risques à la santé encourus aux niveaux d'exposition de révision recommandés. Pour ce faire, cette étude devra toutefois i) intégrer les connaissances actuelles en vue de modéliser la dynamique du passage de l'air dans les voies naso-pharyngées chez le rat et l'homme (et / ou primates), ii) prendre en considération les connaissances actuelles sur les mécanismes impliqués dans la cancérogenèse et dans la modélisation de la relation dose-réponse, et iii) valider les prédictions du ou des modèles (existants et à venir) avec les taux de cancer observés et associés au formaldéhyde, sur la base des données sanitaires québécoises et canadiennes.

### **Substitution et modifications des procédés**

L'objectif de l'étude préliminaire était d'évaluer si des produits substitutifs existent et si des changements de procédés sont disponibles pour éliminer l'utilisation du formaldéhyde dans les secteurs industriels jugés prioritaires en matière de consommation de formaldéhyde et d'exposition professionnelle à cet aldéhyde dans le contexte québécois. À cette fin, parmi les lieux de travail qui se servent directement du formaldéhyde, l'étude de la situation dans les hôpitaux, les cabinets dentaires, les entrepreneurs de pompes funèbres a révélé certaines avenues de substitution qui restent à valider. Parmi les secteurs économiques de l'électronique, de l'industrie chimique, des pâtes et papier, de fabrication de panneaux d'agglomérés, de contreplaqué et de placage, du textile, de la fonderie, de l'industrie du meuble en bois et d'autres entreprises, des produits substitutifs sont présentement utilisés ou ont été suggérés dans la littérature scientifique et technique.

**En** résumé, la substitution est envisageable dans la plupart des domaines étudiés. Cependant dans chaque cas, il faudra procéder à une analyse des impacts potentiels sur la santé et la sécurité du travail et sur l'environnement.

### **Conclusion**

L'étude préliminaire supporte la faisabilité de l'évaluation d'impact économique et sanitaire pour un abaissement de norme du formaldéhyde. Elle décrit l'état des connaissances actuelles d'une telle évaluation, en discute les limites et propose des solutions.

**ANNEXE 1A**

*Évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs  
d'exposition admissibles pour le formaldéhyde*

— *Section Portrait de la population exposée* —

**Les données « idéales » recherchées**

**Laurent Gratton**  
*IRSST*

*Mai 1999*

La demande du comité paritaire d'évaluer l'impact de l'abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde sous-entend une analyse du profil des industries qui seront touchées par cette réglementation, du nombre d'établissements en faisant partie, des effectifs de ces établissements et surtout du nombre de travailleurs de ces établissements qui sont exposés.

En 1987, lors de l'abaissement des niveaux d'exposition aux Etats-Unis, OSHA (Occupational Safety and Health Administration) a dû faire l'exercice de démontrer l'impact sur les industries visées. Le portrait développé par OSHA illustre les informations nécessaires pour camper les entreprises, les effectifs et les populations de travailleurs exposées. Les données nécessaires pour illustrer le profil des industries visées par notre étude sont montrées dans les tableaux 1 et 2 tirés du Federal Register, volume 52, number 233, December 1987, Rules and Regulations et de International Agency for Research on Cancer (IARC).

Si nous obtenons les données nécessaires, l'analyse des résultats donneraient quelque chose semblable aux résultats d'OSHA. L'organisme fédéral américain a divisé en trois (3) grands groupes, selon trois niveaux d'exposition (plus grand que 1 ppm, entre 0,5 et 1,0 ppm et entre 0,1 et 0,5 ppm), les industries touchées par les modifications réglementaires.

OSHA estime qu'environ 2,2 millions de travailleurs sont exposés à des niveaux de concentrations de formaldéhyde plus grands que 0,1 ppm. Plus de treize milles travailleurs (13 000) sont exposés à des concentrations plus élevées que 1,0 ppm regroupés dans 3466 établissements. Ce qui signifie que dans ce cas, si la norme devait être abaissée en deçà de 1 ppm, 3466 entreprises seraient affectées. Parmi les industries les plus exposées, on retrouve les fonderies, les laboratoires ainsi que plusieurs industries utilisant des colles et des résines telles les usines de contre-plaqué, de panneaux de particules, de panneaux de fibre de verre et de fabrication de meubles.

Plus de 1 millions de travailleurs sont exposés à des niveaux allant de 0,1 and 1,0 ppm dont 147,288 travailleurs sont exposés à des niveaux variant de 0,5 ppm à 1,0 ppm. L'industrie du vêtement est celle qui voit le plus grand nombre d'établissements et de travailleurs exposés dont 117,683 sont exposés à des niveaux entre 0,5 et 1,0 ppm.

Le dernier groupe (exposition de 0,1 à 0,5 ppm) est composé de 24 codes CTI (classifications types des industries) couvrant plus de 47 000 établissements pour un total de 676 000 travailleurs exposés.

En ce qui nous concerne, le même type de tableau devrait être complété pour des valeurs d'exposition admissibles de plus grand que 1 ppm, 0,75 ppm et 0,3 ppm qui sont les valeurs d'abaissement suggérées.

Une fois le tableau complété, le choix des sous-secteurs les plus exposés devant faire l'objet de matrice postes-expositions serait plus facile. Le tableau 2 illustre les différents types de données qui pourraient être recueillies pour compléter les informations manquantes. Les exemples

apportés dans ce tableau montrent quels genres d'agrégations peuvent être utilisés, soient par industrie, par entreprise pour obtenir le portrait d'une industrie ou encore plus précisément par poste de travail d'une même entreprise. Si nous voulons cerner l'ensemble des industries réputées les plus exposées (fabrication de résines, de panneaux de particules ou de contre-plaqués), il y aurait lieu de compléter l'information existante par des données terrain du genre que nous trouvons dans le tableau 2. Par exemple, les travailleurs des entreprises 1, 2, et 3 de l'industrie de la fabrication de résines sont exposés à des concentrations variant de 0,2 à 13,2 ppm pour une concentration moyenne pour l'industrie de 3,4 ppm. Par ailleurs, les travailleurs de l'industrie de fabrication de panneaux de particules sont exposés à des niveaux variant de 0,1 à 9,5 ppm dépendant du poste de travail qu'ils occupent. Toutes ces données nous permettraient de construire des matrices postes-expositions beaucoup plus raffinées.

Les « données idéales » devraient également contenir des estimés du nombre total d'établissements et de travailleurs pour chaque sous-secteur d'activités économiques à l'étude. Les différentes sources de données disponibles sont illustrées dans les chapitres suivants et y sont détaillés les choix et les lacunes de chacune.

**Tableau 1. Nombre d'établissements et de travailleurs exposés au formaldéhyde, États unis, 1987**

CTI	Établissements					Travailleurs				
	Total	> 1 ppm	0,5 - 1 ppm	0,1 - 0,5 ppm	Total exposés	Total	> 1 ppm	0,5 - 1 ppm	0,1 - 0,5 ppm	Total exposés
<b>Exposition de 0,1 à &gt; 1 ppm</b>										
2435- placage & contreplaqué dur	306	40	66	94	200	16000	455	1 574	8699	10728
2492- panneaux de particules	54	14	16	16	46	6 100	301	1440	2836	4577
2499- panneaux de fibre de verre	14	9	5	0	14	1 537	230	588	335	1 153
25- fabrication de meubles	10003	184	2546	2546	5474	482 014	1 031	23223	235 095	259 349
2821- fabrication de résines	440	35	31	31	97	32800	385	980	8335	9700
332,336- fonderies (moulage)	4004	1 047	1 435	520	3002	171 800	4508	12169	43322	60000
806,807- laboratoires médicaux	14000	2 137	1 861	8 167	12 165	42000	6269	5951	24441	36661
7261 - maisons funéraires	15 126	0	0	15000	15000	76026	0	0	30000	30000
<b>Sous total</b>	43949	3466	6060	26473	35996	828 277	13 180	45946	353 063	412 168

**Tableau 1. Nombre d'établissements et de travailleurs exposés au formaldéhyde, États unis, 1987**

CTI	Établissements					Travailleurs				
	Total	> 1 ppm	0,5 - 1 ppm	0,1-0,5 ppm	Total exposés	Total	> 1 ppm	0,5 - 1 ppm	0,1 - 0,5 ppm	Total exposés
225- industrie textile (finissage)	723	0	685	0	685	42900	0	19125	10296	29423
23-industrie du vêtement	24391	0	5737	17211	22948	960000	0	117663	823 637	941 300
2869- fabrication de formaldéhyde	688	0	15	33	49	59500	0	480	3401	3881
3079-moulage de produits en plastique	11653	0	1 000	4000	5000	450000	0	10000	90000	100000
<b>Sous total</b>	37455	0	7438	21 244	28682	1 512400	0	147 268	927 336	1 074 603
<b>Total-deux premiers groupes d'industries</b>	81404	3466	13496	47717	64680	2 340 677	13 180	193 193	1 280 399	1 486771
<b>Exposition de 0, 1 à 0, 5 ppm</b>										
2436- contre-plaqué mou (résineux)	250	0	0	250	250	31 100	0	0	31 100	31 100
2611 - usines de pâtes à papier	43	0	0	43	43	12800	0	0	12800	12800
2621 - industrie du papier	299	0	0	299	299	100100	0	0	100100	100100
2631 - fabrication de cartons	222	0	0	222	222	43000	0	0	43000	43000
2642- fabrication d'enveloppes	296	0	0	296	296	19000	0	0	19000	19000
2653- fabrication de boîtes en carton-fibre	1491	0	0	1491	1491	67400	0	0	67400	67400
2865-Produits bruts cycliques/interméd.	189	0	0	189	189	16000	0	0	16000	16000
2851 - fabrication de peinture et de pigments	1 441	0	0	1441	1441	27600	0	0	27600	27600

**Tableau 1. Nombre d'établissements et de travailleurs exposés au formaldéhyde, États unis, 1987**

CTI	Établissements					Travailleurs				
	Total	> 1 ppm	0,5- 1 ppm	0,1-0,5ppm	Total exposés	Total	> 1 ppm	0,5-1 ppm	0,1-0,5 ppm	Total exposés
2873- fabrication d'engrais	152	0	0	152	152	6 300	0	0	6 300	6 300
2879- fabrication de produits chimiques à usage agricole	330	0	0	330	330	9 700	0	0	9 700	9 700
2891- fabrication d'adhésifs et scellants	683	0	0	683	683	10 900	0	0	10 900	10 900
2899- fabrication de produits chimiques, nca	1439	0	0	1 439	1 439	23 100	0	0	23 100	23 100
3291- fabrication d'abrasifs	374	0	0	374	374	17 000	0	0	17 000	17 000
3293- fabrication de joints d'étanchéité	474	0	0	474	474	21 800	0	0	21 800	21 800
3296- fabrication de lame minérale isolante	179	0	0	179	179	15 500	0	0	15 500	15 500
3634- fabrication, produits électriques ménagers	263	0	0	263	263	29 300	0	0	29 300	29 300
3643-fabrication, dispositifs porteurs de courant	415	0	0	415	415	31 900	0	0	31 900	31 900
3644- fabrication, dispositifs sans courant	226	0	0	226	226	18 100	0	0	18 100	18 100
3694- fabrication de produits électriques pour machinerie	433	0	0	433	433	32 300	0	0	32 300	32 300

**Tableau 1. Nombre d'établissements et de travailleurs exposés au formaldéhyde, États unis, 1987**

CTI	Établissements					Travailleurs				
	Total	> 1 ppm	0,5-1 ppm	0,1-0,5 ppm	Total exposés	Total	>1 ppm	0,5-1 ppm	0,1-0,5 ppm	Total exposés
3792- fabrication de maisons mobiles	1 655	0	0	1 655	1 655	11 200	0	0	11 200	11 200
7395- laboratoires développement photos	389	0	0	3 589	3 589	71 742	0	0	71 742	71 742
806- hôpitaux (hémodialyse)	10 500	0	0	10 500	10 500	31 500	0	0	31 500	31 500
822- laboratoires maisons d'enseignement (biologie)	22 575	0	0	22 575	22 575	28950	0	0	28 950	28 950
822- maisons d'enseignement (vétérinaire)	19	0	0	19	19	38	0	0	38	38
<b>Sous total</b>	47 537	0	0	47 537	47 537	676 330	0	0	676 330	676 330
<b>Grand total</b>	128, 941	3 466	13 498	95 254	112 217	3 017 007	13180	193 193	1 956 729	2 163 101

Source: Federal Register, 52(233) dec. 1987, Rules and Regulations. CTI: classifications types des industries. Total: effectifs des travailleurs (production). Total (exposés): nombre des travailleurs exposés

<b>Tableau 2. CONCENTRATION DE FORMALDEHYDE (PPM) PAR TYPES D'INDUSTRIES, D'ENTREPRISES ET POSTES DE TRAVAIL</b>			
<b>Industries, entreprises, postes de travail</b>	<i>Nombre d'échantillonnages</i>	<b>Concentration moyenne</b>	<i>Plage de concentration</i>
<b>Production de formaldéhyde</b>	9	0,3	Nd
<b>Fabrication de formaldéhyde</b>			
- entreprise 1	15	0,6	0,03-1,9
- entreprise 2	9	0,7	0,6-0,8
<b>Fabrication de résines</b>			
- entreprise 1	24	3,4	0,2-13,2
- entreprise 2	9	0,6	0,4-0,9
- entreprise 3	9	1,7	1,1-2,5
<b>Entreprise de contreplaqué</b>			
- préparation des colles	19	0,7	0,1-2,3
- assemblage	55	0,6	0,02-6,8
- pressage	7	1,0	0,5-1,8
<b>Fabrication de panneaux de particules</b>			
- mise en forme	32	1,4	0,1-4,8
- pressage	35	3,4	1,1-9,5
- collage	7	1,0	0,5-1,8

Source **International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol 62, Wood Dust and Formaldehyde, 1995, pp 226-228**

## **Annexe 1B**

### **Proposition d'une démarche pour l'estimation des effectifs de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde au Québec**

Document préparé par:

Patrice Duguay  
François Hébert

Avec la collaboration de

Paul Massicotte  
Marc Baril

Septembre 1999

## TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	i
Liste des tableaux.....	i
1. Objectifs.....	1
2. Description de la démarche.....	1
3. Les différentes approches possibles pour l'identification des groupes de travailleurs susceptibles d'être exposés au formaldéhyde .....	1
3.1 Contact direct avec les fournisseurs (fabricants et distributeurs) .....	1
3.2 Contact direct avec les associations et autres organismes .....	2
3.3 Bilan des contacts téléphoniques .....	3
4. Les différentes approches possibles pour l'estimation des effectifs de travailleurs susceptibles d'être exposés .....	3
4.1 Les données statistiques existantes .....	5
4.2 L'exemple de l'estimation des populations susceptibles d'être exposées, pour les fabricants de contre-plaqué et les fabricants de panneaux de particules.....	6
4.2.1 Les données de l'enquête Emploi, gains et durée du travail (EERH) de Statistique Canada .....	7
4.2.2 Les données du recensement de la population.....	8
4.2.3 Les données du recensement des manufactures.....	8
4.2.4 Les données de la CSST .....	9
4.3 Discussion sur les résultats obtenus.....	11
4.4 Proposition d'une méthode d'estimation des effectifs de travailleurs susceptibles d'être exposés .....	12
ANNEXE A Bilan des contacts téléphoniques .....	14

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1	Caractéristiques de différentes sources de données sur la main-d'œuvre.....	5
Tableau 4.2	Nombre de salariés par activité économique, selon l'EERH, Québec, 1995 et 1996.....	7
Tableau 4.3	Population active occupée par activité économique, selon le recensement de la population, Québec, 1996.....	8
Tableau 4.4	Nombre d'établissements, de salariés et de travailleurs à la production par activité économique, selon le recensement des manufactures, Québec, 1996.....	9
Tableau 4.5	Nombre de sous-dossiers financiers (SDF), d'établissements et estimation du nombre de travailleurs «équivalent plein salaire», par activité économique, Québec, 1995-1997 .....	10

## **1. OBJECTIFS**

Ce volet vise à identifier les sources de données disponibles et à proposer une méthodologie pour estimer la population de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde au Québec, que ce soit à l'étape de la fabrication ou de l'utilisation de ce produit. Ce volet constitue une étape essentielle pour l'atteinte de l'objectif général de cette étude, soit l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde.

## **2. DESCRIPTION DE LA DEMARCHE**

L'atteinte de l'objectif général de ce volet consiste à répondre à trois questions fondamentales:

- Quels sont les groupes de travailleurs (activités économiques et professions) exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde?
- Quels sont les effectifs de ces travailleurs exposés?
- Quels sont leurs niveaux d'exposition?

La présente démarche vise à répondre plus spécifiquement aux deux premières questions.

Dans un premier temps, nous examinerons les différentes approches possibles pour estimer les effectifs de travailleurs exposés (caractéristiques et limites). Par la suite, nous appliquerons différentes démarches d'estimation de la population exposée au formaldéhyde pour une activité économique spécifique, soit la fabrication de panneaux de contre-plaqué et d'agglomérés. À partir de cet exemple, nous espérons être en mesure d'estimer la faisabilité d'une approche globale visant à estimer la population exposée au formaldéhyde au Québec.

## **3. LES DIFFÉRENTES APPROCHES POSSIBLES POUR L'IDENTIFICATION DES GROUPES DE TRAVAILLEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EXPOSÉS AU FORMALDÉHYDE**

Il n'existe aucune source de données présentant un portrait exhaustif de la population de travailleurs exposés au formaldéhyde au Québec. Toutefois, la mise en commun de plusieurs sources d'informations peut nous aider à identifier les groupes de travailleurs susceptibles d'être exposés. Il s'agira par la suite d'évaluer si l'estimation la plus valable des effectifs de travailleurs passe par le recours d'une ou de plusieurs sources d'informations.

### **3.1 Contact direct avec les fournisseurs (fabricants et distributeurs)**

L'une des approches préconisées était de contacter directement les fournisseurs de formaldéhyde au Québec. En plus d'avoir une idée sur l'importance du nombre de fabricants, cette démarche nous permettait d'évaluer les caractéristiques des utilisations industrielles et commerciales du formaldéhyde ou de produits comptant du formaldéhyde parmi ses composés.

La première étape était d'identifier et de contacter ces fournisseurs. Pour ce faire, nous avons utilisé trois sources:

- 1) le répertoire toxicologique de la CSST;
- 2) le répertoire des produits et des fabricants du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ);
- 3) la base de données disponible sur le site web d'Industrie Canada.

Par le recoupement des informations de ces différentes sources, nous avons pu rejoindre les cinq (5) fabricants québécois de formaldéhyde et neuf (9) distributeurs au Québec.

Nous les avons tous contactés, par téléphone, afin d'évaluer l'intérêt de cette source de données dans l'objectif poursuivi. Pour ce faire, nous leur avons posé des questions portant notamment sur:

- le type de produits fabriqués et distribués;
- l'activité économique de leurs clients et les procédés industriels dans lesquels leurs produits sont utilisés;
- les possibilités d'obtenir la liste de leurs clients dans l'éventualité d'une recherche terrain.

Nous avons obtenu une très bonne collaboration des entreprises contactées. Il ressort de ces entrevues que le formaldéhyde fabriqué au Québec est destiné dans une très grande partie à l'industrie des contre-plaquéés et des panneaux de particules. Du côté des distributeurs de formaldéhyde, la clientèle se retrouve les activités suivantes: l'élevage de la volaille, l'industrie pharmaceutique et des produits cosmétiques, la fabrication de produits nettoyants et la fabrication de solutions anti-microbiennes et de conservation des tissus biologiques. Les produits fabriqués ou distribués contiennent du formaldéhyde à des concentrations variables, selon les usages auxquels le produit est destiné. Ces concentrations varient généralement de quelques pour cent à environ 56 %. La plupart des fournisseurs, fabricants ou distributeurs seraient prêts à fournir la liste de leurs clients, sous la condition que nous nous engageons à respecter des règles de confidentialité. Plusieurs d'entre eux ont manifesté un intérêt certain sur le développement et les suites de l'étude préliminaire. Le bilan détaillé des entrevues téléphoniques auprès des fournisseurs apparaît à l'annexe A1 (fabricants) et A2 (distributeurs).

### **3.2 Contact direct avec les associations et autres organismes**

Les entrevues téléphoniques ont permis de constater que l'éventail des clients de ces fournisseurs ne couvraient pas l'ensemble des entreprises qui utilisent du formaldéhyde au Québec. Afin d'avoir un portrait le plus exhaustif possible des utilisateurs de ce produit, nous avons procédé à des entrevues téléphoniques auprès d'associations d'employeurs, d'associations paritaire en santé et sécurité du travail et de laboratoires pour identifier des secteurs d'activité économique qui n'ont pas été mentionnés lors des contacts téléphoniques avec les fournisseurs (voir Annexe A3). Il est ressorti de ces conversations que les produits à base de formaldéhyde utilisés pour la thanatoplaxie proviennent presque exclusivement des États-Unis et que des associations patronales et paritaires en santé et sécurité du travail avaient mené des études auprès d'entreprises membres ayant signalé des problèmes de santé des travailleurs associés à une exposition au formaldéhyde.

En plus de l'identification de secteurs d'activité utilisateurs, le contact avec les associations et autres organismes ont permis de recueillir des informations sur des produits de substitution au formaldéhyde et des commentaires sur les suites à donner à l'étude préliminaire.

- produits de substitution (Annexe A4)

Dans le secteur de fabrication de panneaux d'agglomérés, il existe un produit substituant à l'urée-formaldéhyde, le pmdi. Son coût quatre (4) fois plus élevé et son taux d'encollage quatre (4) fois inférieur à l'urée-formaldéhyde en fait un produit dispendieux aux propriétés moins efficaces. Par ailleurs, des entreprises de l'industrie des produits nettoyants nous ont signalé qu'ils n'utilisaient plus le formaldéhyde à la demande de la clientèle. En raison du haut niveau de compétitivité dans le marché, ces entreprises ont préféré ne pas divulguer la nature des produits de substitution.

- commentaires sur les suites à donner à l'étude préliminaire

Des fabricants, des associations et des laboratoires proposent que tous les acteurs concernés par la problématique (fabricants, distributeurs et utilisateurs) soient informés, voire consultés avant l'amorce de l'étude d'impact en tant que tel. Sur le plan méthodologique, certains organismes contactés recommandent le recours à des méthodes analytiques standard, reconnues et accessibles à tous afin d'éviter les problèmes d'interprétation des résultats (Annexe A5).

### **3.3 Bilan des contacts téléphoniques**

Le schéma 3.1 de la page suivante présente la liste des fabricants, distributeurs et associations rejoints et susceptibles d'être concernés par la problématique du formaldéhyde ainsi qu'une liste des domaines d'activités comptant parmi les clients et les utilisateurs du produits.

## **4. LES DIFFÉRENTES APPROCHES POSSIBLES POUR L'ESTIMATION DES EFFECTIFS DE TRAVAILLEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE EXPOSÉS**

Les contacts avec les fournisseurs de formaldéhyde ont permis d'identifier des secteurs d'activité économique qui utilisent du formaldéhyde. Par la suite, le contact avec des associations et d'autres organismes est venu enrichir la liste des secteurs d'activité économique. Malgré cela, il est possible que cette liste ne soit pas exhaustive. Cette liste pourra être complétée par la consultation des bases de données des analyses de laboratoire de l'IRSST et des données de la base du SMEST des Régies régionales du réseau de la santé publique. Par ailleurs, la consultation d'études sur le formaldéhyde, réalisées dans d'autres pays, pourrait aussi servir à compléter la liste des activités économiques qui utilisent du formaldéhyde. Toutefois, dans cette dernière façon d'identifier des activités économiques, il y aurait lieu de consulter des représentants des industries concernées afin de confirmer que dans ces secteurs, les procédés de production au Québec nécessite aussi le recours au formaldéhyde.

## Schéma 3.1

### FABRICANTS, DISTRIBUTEURS ET CLIENTÈLES - FORMALDEHYDE -

#### FABRICANTS (au Québec)

Résines Neste

Solutia Canada

Produits chimiques Borden

Uniboard Canada

A R C Resins

Tembec

#### DISTRIBUTEURS

Fisher Scientifique

Rhône Merieux Canada

Produits chimiques C G C

Stanchem Inc

Laboratoires Chaput Inc

Glanant Canada

B A S F Canada

USA Dodge, Esco, Frigid

#### CLIENTÈLES (INDUSTRIES - SERVICES)

industrie du contre-plaque

Industries chimiques

- peintures et solvants
- colles et produits adhésifs
- produits de conservation des tissus
- production de bactéricides

Industries pharmaceutiques

- production de détergents savons
- débiteur dans solutions anti microbiennes  
préservatif pour produits cosmétiques

Industries du papier

- surfaces laminées

Industrie agricole et de l'élevage

- fumigation des poulaillers
- nettoyage d'aliments comestibles

Industrie du textile

- traitement des tissus contre le froissement

Centres et laboratoires hospitaliers

Services funéraires

- embaumement des corps

Source Bilan d'entrevues téléphoniques effectuées auprès des fabricants et distributeurs de formaldéhyde du Québec, et d'associations susceptibles d'être concernées par cette problématique Entrevues réalisées au printemps 1999 par François Hébert, Patrice Duguay et Marc Baril

## 4.1 Les données statistiques existantes

Après avoir identifié les activités économiques concernées par le formaldéhyde, il s'agit d'identifier les effectifs de travailleurs correspondant à ces activités économiques. Il existe plusieurs sources de données susceptibles de fournir des données sur les effectifs de la main-d'œuvre au Québec, par secteur d'activité économique. Chacune de ces sources a ses caractéristiques propres qui en limite la portée et l'utilisation possible dans le cadre de cette étude. Le tableau 4.1 identifie les principales sources de données statistiques susceptibles de répondre à nos intérêts.

**Tableau 4.1: Caractéristiques de différentes sources de données sur la main-d'œuvre**

Caractéristiques	Recensement de la pop.	Recensement des manufactures	EERH	CRIQ	CSST
Unité d'échantillonnage	Ménage	Établissement (a une usine ou +)	Entreprise (a une usine ou +)	Entreprise (a une usine ou +)	SDF (1) ou établissement
Couverture	Les personnes résident au Québec	Manufacturier seulement, situé au Québec	Toutes les entreprises situées au Québec, à l'exception de l'agriculture, pêche, service domestique, organ, religieux et la défense	Toutes les entreprises privées situées au Québec dans les industries manufacturières, les commerces de gros et les services	Entreprises couvertes par le régime SST du Québec
Base d'échantillonnage	20 % des ménages	100%	Entreprise de 300 salariés et plus: 100%; Moins de 300: échantillon	Les entreprises intéressées entre en contact avec le CRIQ	100% des SDF des établissements comptant un salarié et plus
Période de référence	Une semaine spécifique de l'année	Une année	Dernière paie du mois	–	Une année
Fréquence de réalisation de la cueillette des données	Aux 5 ans	Annuelle	Mensuelle	Annuelle	Continue, avec une mise à jour mensuelle
Délais de parution	2 ans	2.5 ans	4 mois	4 mois	1 mois
Catégorie distincte de travailleurs concernés	Autonome et rémunéré	Rémunéré	Rémunéré	Employé (usine et autre dans le manufacturier)	Autonome (sur demande) et rémunéré (obligatoire)
Mesure des effectifs	En nombre d'individus et heures travaillées	En nombre d'individus (heures rémunérées pour les travailleurs à la production)	En nombre d'individus et heures rémunérées	En nombre d'individus	En « équivalent plein salaire » estimé à partir des masses salariales
Profession ou catégorie d'emploi: niveau le plus détaillé (2)	CTP-4	Travailleurs à la production et hors production	Salariés payés à l'heure et à montant fixe	Non	Non
Détermination de l'activité économique	Activité économique principale de l'établissement où l'individu travaille	Activité économique principale de l'établissement	Activité économique principale de rétablissement	Activité économique principale de l'établissement	Activité économique spécifique du SDF ou principale de l'établissement
Activité économique: niveau le plus détaillé (3)	CTI-3	CTI-3 et CTI-4 lorsque suffisamment d'effectifs	CTI-2 et CTI-3 lorsque suffisamment d'effectifs	CTI-4	CAEQ-4
Age	Oui	Non	Non	Non	Non
Sexe	Oui	Oui	Non	Non	Non
Niveau d'exposition au formaldéhyde	Non	Non	Non	Non	Non

(1) Le SDF est le sous-dossier financier de l'employeur, à la CSST.

(2) CTP: Classification type des professions

(3) CTI: Classification type des industries; CAEQ: Classification des activités économique du Québec

Toutes ces sources ne fournissent que des estimations du nombre de personnes qui travaillent dans les secteurs d'activité économique concernés. Il n'y a aucune source de données qui nous fournit des estimations du nombre de travailleurs effectivement en contact avec le formaldéhyde. Par ailleurs, les caractéristiques présentées dans le tableau 4.1 ont leur importance dans la détermination de la ou des sources de données à utiliser pour l'estimation des effectifs de travailleurs exposés au formaldéhyde.

Afin d'évaluer les différences quant aux résultats provenant de ces sources, nous allons effectuer à l'aide d'un exemple concret, la démarche d'estimation à partir de ces sources. Une seule source mentionnée au tableau 4.1 ne sera pas utilisée, il s'agit du répertoire des produits disponibles au Québec du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). Le répertoire du CRIQ ne couvre que les entreprises qui sont intéressées à faire partie de ce répertoire. Il y a donc un nombre inconnu d'entreprises qui n'en fait pas partie, nombre qui peut varier d'un secteur d'activité économique à l'autre. Ceci constitue une limite trop importante pour envisager de l'utiliser comme source de données dans le cadre de la présente étude.

#### 4.2 L'exemple de l'estimation des populations susceptibles d'être exposées, pour les fabricants de contre-plaqué et les fabricants de panneaux de particules

Pour effectuer l'exercice d'estimation des populations susceptibles d'être exposées au formaldéhyde, nous allons utiliser l'exemple des fabricants de contre-plaqués et de panneaux de particules. Nous avons retenu ces catégories de fabricants car, suite aux contacts avec les fournisseurs, il est ressorti que le formaldéhyde fabriqué au Québec est surtout utilisé dans ces industries.

Avant de mesurer les effectifs de travailleurs selon les différentes sources, il est nécessaire d'identifier les codes d'activités économiques qui correspondent aux industries à l'étude. Pour ce faire, nous avons utilisé la Classification des activités économiques du Québec de 1984 (CAEQ). Il est à noter que Statistique Canada utilise une autre classification, la Classification type des industries de 1980 (CTI), pour laquelle il est possible de faire la correspondance vers la CAEQ.

##### Liste des activités économiques (CAEQ-1984) concernées

CAEQ-3	CAEQ-4	Industries
<b>252</b>	<b>2521</b>	<b>Industries des placages et contre-plaqués</b> <b>Industrie des placages en bois de feuillus et de résineux</b>
	<b>2522</b>	<b>Industrie des contre-plaqués de feuillus et de résineux</b>
259		Autres industries du bois
	2591	Industrie de la préservation du bois
	2592	Industrie du bois tourné et façonné
	<b>2593</b>	<b>Industrie des panneaux agglomérés</b>
	2599	Autres industries du bois

Selon la classification CAEQ, les industries des placages en bois de feuillus et de résineux (2521) ainsi que les industries des contre-plaquéés de feuillus et de résineux (2522) sont les deux seules activités économiques au sein des industries des placages et contre-plaquéés (252). Par contre, les industries des panneaux agglomérés (2593) font partie des autres industries du bois (259), qui comprend aussi d'autres activités économiques pour lesquelles nous ne voulons pas obtenir les effectifs. Ainsi, les effectifs de travailleurs des industries des panneaux agglomérés ne peuvent être connus que si nous avons les effectifs selon les codes d'activité économique à 4 chiffres, soit dans la classification des activités économiques du Québec (CAEQ-4), soit dans la classification des industries (CTI-4) utilisé par Statistique Canada<sup>1</sup>.

#### **4.2.1 Les données de l'enquête Emploi, gains et durée du travail (EERH) de Statistique Canada**

L'EERH est une enquête mensuelle de Statistique Canada, auprès des entreprises de l'ensemble des activités économiques au Québec, sauf l'agriculture, la pêche, les services domestiques, les organismes religieux et la défense. Les données de cette enquête sont disponibles selon les activités économiques détaillées au niveau des codes à 3 chiffres, mais non selon les codes à 4 chiffres (tableau 4.2). C'est pour cette raison que l'EERH ne peut fournir que des données pour les industries des placages et contre-plaquéés (252) sans distinction. Ainsi selon cette source, il y avait 2 160 salariés en 1995 et 2 019 salariés en 1996 dans les industries des placages et contre-plaquéés (252).

**Tableau 4.2 Nombre de salariés par activité économique, selon l'EERH, Québec, 1995 et 1996**

<b>Activité économique (CAEQ- 1984)</b>		Salariés 1995	Salariés 1996
Code	Industrie		
252	Industrie des placages et contre-plaquéés	2 160	2 019
2521	Industrie des placages en bois de feuillus et de résineux		
2522	Industrie des contre-plaquéés de feuillus et de résineux		
259	Autres industries du bois		
2593	Industrie des panneaux agglomérés		

Source: Statistique Canada, Enquête sur l'emploi, la rémunération et les heures travaillées (EERH)

<sup>1</sup> Il existe toutefois des différences entre les codes des deux systèmes de classification (CAEQ et CTI). Ainsi avec la CAEQ, l'activité économique 2593 (industrie des panneaux agglomérés) comprend les activités économiques 2592 (industries des panneaux de particules) et 2593 (industries des panneaux de copeaux) de la Classification des industries 1980 de Statistique Canada (CTI-1980).

#### 4.2.2 Les données du recensement de la population

Le recensement de la population du Canada, effectué auprès des ménages, a lieu à tous les cinq ans. Bien que le recensement s'adresse à toutes les personnes résidant au Québec, les données concernant le travail, l'activité économique et la profession sont obtenus à partir d'un échantillon du recensement (20 % des ménages).

Tout comme dans le cas de l'EERH, le niveau le plus détaillé pour lequel il est possible d'obtenir des informations selon les activités économiques est le code à 3 chiffres (tableau 4.3). Selon les données du recensement de 1996, il y avait 4 090 travailleurs dans les industries des placages et contre-plaqués (252). Pour les industries des panneaux agglomérés, le recensement ne fournit pas d'effectifs car il s'agit d'une activité économique classé sous un code à 4 chiffres (2593). Nous savons toutefois qu'il y avait 6 445 travailleurs dans les autres industries du bois (259) qui englobe les industries des panneaux agglomérés et d'autres industries.

Concernant les industries des placages et contre-plaqués, il ressort qu'il y a deux fois plus de travailleurs selon cette source (4 090) que selon l'EERH (2 019).

**Tableau 4. 3 Population active occupée par activité économique, selon le recensement de la population, Québec, 1996**

Activité économique (CAEQ- 1984)		Population active occupée
Code	Industrie	
252	Industrie des placages et contre-plaqués	4 090
2521	Industrie des placages en bois de feuillus et de résineux	
2522	Industrie des contre-plaqués de feuillus et de résineux	
259	Autres industries du bois	6 445
2593	Industrie des panneaux agglomérés	

Source: Recensement de la population de 1996.

#### 4.2.3 Les données du recensement des manufactures

Le recensement des manufactures est effectué à tous les ans, mais uniquement auprès des établissements du secteur manufacturier. Contrairement aux deux sources précédentes, les données du recensement des manufactures peuvent être disponibles pour des activités économiques au niveau des codes à 4 chiffres, lorsque les effectifs sont suffisamment importants et que cela ne contrevient pas à la loi sur la statistique relative au secret.

Le nombre de salariés est obtenu de deux façons différentes. Pour les grands établissements, une question demande d'indiquer le nombre moyen de salariés au cours de l'année de déclaration. Concernant les petits établissements, il s'agit d'une estimation basée sur les traitements et salaires. Dans ce dernier cas, comme il n'y a pas d'information sur le type d'emploi, toute la

main-d'œuvre est classée comme des travailleurs à la production et assimilé. Par ailleurs, la distinction entre petit et grand établissement est basé sur la valeur des livraisons selon des seuils minimums qui varient selon la province, l'industrie et l'année.

Selon le recensement des manufactures de 1996, l'industrie des placages et contre-plaqués (252) compte 1 824 salariés répartis dans 26 établissements (tableau 4.4). Il y avait 1 512 travailleurs à la production et assimilés. Pour l'industrie des panneaux agglomérés (2593) les données sur la main-d'œuvre n'étaient pas disponibles<sup>2</sup>. Toutefois, onze établissements étaient en opération dans cette industrie.

**Tableau 4. 4 Nombre d'établissements, de salariés et de travailleurs à la production par activité économique, selon le recensement des manufactures, Québec, 1996**

Activité économique (CAEQ- 1984)		Établissements	Salariés	Travailleurs à la production et assimilés
Code	Industrie			
252	Industrie des placages et contre-plaqués	26	1 824	1 512
2521	Industrie des placages en bois de feuillus et de résineux	24		
2522	Industrie des contre-plaqués de feuillus et de résineux	2		
259	Autres industries du bois	81	3 047	2 385
2593	Industrie des panneaux agglomérés	11		

Note: L'activité économique 2593 (CAEQ- 1984) comprend les activités économiques 2592 (industries des panneaux de particules) et 2593 (industries des panneaux de copeaux) de la Classification des industries 1980 de Statistique Canada (CTI-1980).

Source: Statistique Canada. 1998. « Industries manufacturières du Canada: niveaux national et provincial ». Ottawa, Statistique Canada, no. 31-203-XPB au catalogue, tableaux 18 et 19.

#### 4.2.4 Les données de la CSST

Les fichiers informatiques de la CSST contiennent des données sur les lésions professionnelles indemnisées survenues aux travailleurs ainsi que des renseignements sur les employeurs couverts par le régime. Cette source de données ne fournit pas une mesure directe du nombre de travailleurs qui soit valable. Il est toutefois possible de calculer des estimations, par industrie détaillée (CAEQ-4) basées sur la masse salariale et le salaire moyen. Ces estimations ne sont pas en mesure de nous fournir une information descriptive de ces travailleurs selon le poste occupé, la profession, l'âge, le sexe, etc.

<sup>2</sup> Les données sont toutefois disponibles pour un sous-ensemble de l'industrie des panneaux agglomérés, soit l'industrie des panneaux de copeaux (762 salariés). Cependant ceci est de peu d'utilité pour connaître le nombre de travailleurs dans l'industrie des panneaux agglomérés.

À la CSST il y a plusieurs concepts, tous reliés entre eux, qui servent à caractériser à différents niveaux, un employeur. La CSST attribue un numéro d'entité légale pour chaque employeur enregistré au Québec. Ce numéro unique sert à regrouper, dans la base de données, tous les sous-dossiers financiers (SDF) appartenant à un même employeur. Un numéro de SDF peut être ajouté pour chaque activité économique distincte d'un employeur, lorsque celui-ci peut fournir les masses salariales pour chacune de ces activités économiques. Par ailleurs, un employeur peut avoir plusieurs établissements.

L'estimation du nombre de travailleurs a été effectuée à partir des masses salariales assurables déclarées pour chaque SDF actif à un moment ou l'autre durant la période 1995-1997. Puisque l'activité économique détaillée est attribuée à chaque SDF, il devient alors possible d'estimer le nombre de travailleurs pour les codes d'activité économique détaillé à 4 chiffres (CAEQ). Ainsi, nous avons sommé ces masses salariales assurables pour chacun des codes CAEQ retenus (2521, 2522, 2593). À partir des salaires annuels déclarés pour les travailleurs accidentés, nous avons calculé un salaire annuel moyen pour chaque activité économique distincte. En divisant la masse salariale totale par le salaire annuel moyen, on obtient une estimation, en « équivalent plein salaire », du nombre annuel moyen de travailleurs. Afin de réduire les effets des variations aléatoires, nous avons utilisé des données cumulées pour trois années.

Selon nos estimations, en moyenne pour les années 1995 à 1997, il y avait 2 859 travailleurs dans l'industrie des placages et contre-plaqués (252), répartis dans 56 établissements. Par ailleurs, dans l'industrie des panneaux agglomérés (2593), il y avait 3616 travailleurs pour 71 établissements. Parmi les quatre sources de données explorées, c'est la seule qui nous fournit une estimation du nombre de travailleurs pour cette dernière activité économique.

**Tableau 4.5** Nombre de sous-dossiers financiers (SDF), d'établissements et estimation du nombre de travailleurs « équivalent plein salaire », par activité économique, Québec, 1995-1997

Activité économique (CAEQ- 1984)		SDF	Etablissements	Travailleur en « équivalent plein salaire »
Code	Industrie			
252	Industrie des placages et contre-plaqués	43	56	2 859
2521	Industrie des placages en bois de feuillus et de résineux	35	48	2 506
2522	Industrie des contre-plaqués de feuillus et de résineux	8	8	353
259	Autres industries du bois			
2593	Industrie des panneaux agglomérés	55	71	3 616
	<b>Total des industries 252 et 2593</b>	98	127	6 475

Note: Les nombres de SDF et d'établissements correspondent à ceux qui ont été actifs à un moment donné durant la période 1995-1997.

Source: CSST, fichiers de l'infocentre, mise-à-jour du 1<sup>er</sup> février 1999

### 4.3 Discussion sur les résultats obtenus

#### **1<sup>er</sup> constat: les résultats varient selon les sources**

La diversité des estimations obtenues, selon les quatre différentes sources de données, constitue le premier élément qui ressort des résultats. Ainsi, l'estimation du nombre de travailleurs dans l'industrie des placages et contre-plaqués (252) varie de 1 824 travailleurs (recensement des manufactures) à 4 090 travailleurs (recensement de la population). Comment expliquer une telle différence dans les résultats, d'autant plus que les valeurs les plus extrêmes proviennent de données de recensement et non d'enquête.

D'une part, les différences observées proviennent de différences méthodologiques (plan de sondage ou de cueillette des données, unité d'échantillonnage, période de référence, etc.). Par exemple, si les résultats proviennent de questionnaires auprès des ménages ou auprès des établissements ou entreprises, cela a un effet sur les réponses et les résultats obtenus. De plus, si la période de référence à laquelle correspondent les données, est une semaine spécifique de l'année (recensement de la population) ou correspond à une année entière (recensement des manufactures, CSST), cela induit des différences dans les résultats.

D'autre part, il y a des différences dans la définition des concepts (entreprise, établissement, employé, travailleurs autonomes, rémunérés, salariés,...). Pour cette raison, les univers cernés ne sont pas les mêmes d'une source à l'autre. Par exemple, les effectifs de travailleurs du recensement de la population du Canada correspondent à la population active occupée, soit le nombre d'individus qui occupaient un emploi durant la semaine de référence du recensement. Toutefois, avec les données de la CSST, ces effectifs correspondent à des effectifs en « équivalent plein salaire » qui sont estimés à partir des masses salariales pour chaque année.

Il y a donc des différences méthodologiques et de concepts qui produisent des écarts dans les estimations des effectifs de travailleurs.

#### **2<sup>e</sup> constat: toutes les sources ne produisent pas une estimation des effectifs pour l'ensemble des fabricants de contre-plaqué et de panneaux d'agglomérés**

Il ressort qu'il n'y a qu'une seule source de données qui nous a fourni une estimation du nombre de travailleurs tant pour l'industrie des placages et contre-plaqués (252) que l'industrie des panneaux agglomérés (2593): c'est la base de données de la CSST. C'est en fait la seule source de données qui peut nous fournir systématiquement des données pour les activités économiques classées selon le niveau le plus détaillé (code à 4 chiffres). Le recensement des manufactures peut aussi fournir des résultats détaillés, mais lorsqu'il n'y a pas assez d'effectif ou que cela contrevient aux dispositions de la « loi sur la statistique relatives au secret », les données ne sont pas publiées.

#### **3<sup>e</sup> constat: toutes les sources ne produisent pas une estimation des effectifs pour différentes catégories de travailleurs**

Dans l'identification des effectifs de travailleurs susceptibles d'être exposés au formaldéhyde, outre le secteur d'activité économique, l'identification de la profession exercée, ou à tout le

moins de la catégorie de travailleurs, pourrait permettre de mieux circonscrire ces effectifs de travailleurs. Ceci est valable dans la mesure où nous avons des informations nous indiquant les professions pour lesquels les travailleurs sont effectivement en contact avec le formaldéhyde.

Parmi les quatre sources de données explorées, seule la base de données de la CSST ne fournit aucune information sur la profession. Le recensement de la population est la source qui fournit l'information la plus détaillée, soit au niveau des codes de professions à 4 chiffres<sup>3</sup> (CTP-4). Le recensement des manufactures distingue les travailleurs à la production des autres catégories de travailleurs, tandis que l'EERH dissocie les salariés payés à l'heure de ceux payés à montant fixe. Dans ce dernier cas, il ne semble pas que cela soit une distinction qui puisse être utile pour dissocier des catégories de travailleurs exposés et non exposés au formaldéhyde.

#### **4.4 Proposition d'une méthode d'estimation des effectifs de travailleurs susceptibles d'être exposés**

Suite à l'exercice d'estimation des effectifs de travailleurs à partir de quatre sources de données, et aux constats qui en découle, nous allons proposer une méthode d'estimation des effectifs de travailleurs susceptibles d'être exposés. Le choix de la méthode et des sources est basé sur différents critères concernant les résultats à obtenir:

- Représentativité des données en termes de «nombre annuel moyen de travailleurs susceptibles d'être exposé au formaldéhyde »;
- Données disponibles pour les niveaux d'activité économique les plus détaillés possibles, afin de circonscrire uniquement et entièrement les activités économiques concernées par le formaldéhyde;
- Possibilité d'appliquer la même méthodologie pour tous les secteurs d'activité économique concernés par la problématique du formaldéhyde, afin d'assurer une cohérence des résultats entre eux;
- Possibilité de distinguer certaines catégories de travailleurs susceptibles d'être exposés au formaldéhyde, par opposition à ceux qui ne le sont pas;

Il n'y a aucune source de données qui répond à l'ensemble de ces critères. Il y a toutefois deux sources qui s'en approche, le recensement des manufactures et les données de la CSST.

Le recensement des manufactures comporte deux limites importantes. D'une part, il ne concerne que les établissements des industries manufacturières, alors que le formaldéhyde est aussi utilisé dans des établissements qui ne sont pas des industries manufacturières (agriculture, services,...). D'autre part, nous ne sommes pas assurés d'avoir toujours les données selon le niveau d'activité économique le plus détaillé (code à 4 chiffres).

Les données de la CSST présentent aussi deux limites importantes. L'estimation des effectifs de travailleurs est en « équivalent plein salaire » et non en nombre d'individus. Toutefois cette limite existe aussi avec le recensement des manufactures, pour les petits établissements (les

---

<sup>3</sup> Dans le tableau 4.3 les résultats n'ont pas été présentés par profession, mais elles sont disponibles.

effectifs sont estimés à partir des traitements et salaires). Par ailleurs, il serait possible d'estimer un effectif de travailleurs en nombre d'individus en appliquant un facteur de correction calculé à partir des données de l'EERH ou du recensement de la population.

L'autre limite concerne la possibilité de distinguer des catégories de travailleurs qui sont exposés et non exposés au formaldéhyde. Il serait toutefois possible de contourner cette limite en calculant une estimation de ces deux catégories de travailleurs à partir d'une autre source, notamment le recensement de la population.

### **Recommandation**

Compte tenu des résultats attendus et des caractéristiques des sources de données, l'estimation du nombre de travailleurs à partir d'une seule source privilégierait le recours aux données de la CSST. À ces données, la structure professionnelle du recensement de la population pourrait être appliquée, afin de cerner les catégories professionnelles les plus susceptibles d'être exposées au formaldéhyde. L'identification de ces catégories professionnelles serait basée sur la revue de littérature et des données d'exposition propres au Québec.

La justification de ce choix repose, entre autres, sur la possibilité de fournir des effectifs actualisés de travailleurs selon le découpage d'activité économique le plus détaillé disponible (code à 4 chiffres), et ce, pour tous les employeurs couverts par le régime de santé et sécurité du travail du Québec. De plus, l'accès à cette base de données permet l'identification des établissements (raison sociale, adresse, téléphone) dans le but de rejoindre directement les employeurs susceptibles d'être concernés par le formaldéhyde.

*ANNEXE 1C*

*Évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs  
d'exposition admissibles pour le formaldéhyde*

*— Section Portrait de la population exposée —*

*Analyse des sources de données québécoises disponibles*

*Robert Arcand  
Agent de recherche  
DRSP Montréal-Centre*

*Mai 1999*

## ***Analyse des sources de données québécoises disponibles***

L'élaboration d'un portrait de l'exposition des travailleurs québécois au formaldéhyde passe nécessairement par l'analyse des sources de données disponibles sur le sujet. Quatre sources québécoises sont facilement accessibles:

- les expositions estimées des travailleurs à partir de l'échantillonnage réalisé en milieu de travail par les intervenants de la Santé publique (tirées du système d'information SMEST)
- les résultats d'échantillonnage analysés par l'IRSSST
- les lésions professionnelles reliées au formaldéhyde et acceptées par la CSST
- les demandes de retrait préventif de la travailleuse enceinte ou qui allaite (programme « Pour une maternité sans danger ») analysées par les intervenants de la Santé publique (tirées du système d'information SMEST).

Chacune de ces sources a ses limites en terme d'interprétation et d'exhaustivité des données qu'elles contiennent. De ce fait, la mise en commun de leur analyse permettra d'avoir un meilleur reflet de la réalité, bien que partiel. Les autres étapes de l'élaboration de ce portrait (analyse de données internationales, revue de littérature, enquête auprès des producteurs et fournisseurs) viendront compléter cette première analyse afin d'obtenir la meilleure représentation possible de la réalité, compte tenu des informations disponibles actuellement.

### **Caractéristiques et limites des sources de données**

#### ***Expositions estimées des travailleurs — Santé publique***

- |                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| - Type de données                 | : | Évaluations de l'exposition réelle des travailleurs, tenant compte du milieu de travail et du profil d'exposition des travailleurs (durée d'exposition, moyens de protection, etc.) |
| - Période couverte                | : | 1994 à 1997 -> 4 ans  |
| - Territoire couvert              | : | Ensemble du Québec  |
| - Nombre de codes CAEQ concernés  | : | 56  |
| - Nombre de secteurs d'activité   | : | 21  |
| - Nombre de postes évalués        | : | 266   |
| - Nombre de travailleurs couverts | : | 2029  |
| - Nombre de professions (CCDP)    | : | 130 (à 7 positions), 77 (à 4 positions)   |
- Les données sont principalement le fruit des interventions régulières des équipes de santé au travail du réseau de la Santé publique dans le cadre de la mise en application des PSSE. Puisque ces mises en application ne s'adressent qu'aux secteurs prioritaires tels que stipulés par la CSST, soit 15 secteurs d'activité sur 32, plusieurs secteurs d'activité (et professions) potentiellement exposés n'ont jamais été investigués.
  - À l'intérieur d'un secteur d'activité pour lequel des données sont disponibles, tous les établissements ou travailleurs de ce secteur n'ont pas nécessairement été investigués.
  - La saisie de l'information n'étant pas centralisée, il est possible que certains modes de fonctionnement locaux fassent que toute l'information reliée aux interventions en milieu de travail n'ait pas été saisie et, de ce fait, certaines interventions pourraient être absentes de l'analyse.

### **Résultats d'échantillonnage - IRSST**

- Type de données	:	Résultats d'analyse de laboratoire
- Période couverte	:	1990 à 1998 -> 9 ans
- Territoire couvert	:	Ensemble du Québec
- Nombre de codes CAEQ concernés	:	140
- Nombre de secteurs d'activité	:	41
- Nombre total d'analyses	:	2459

Contrairement aux données de la Santé publique qui se veulent une estimation de l'exposition réelle des travailleurs tenant compte du milieu de travail et de leur profil d'exposition (durée d'exposition, moyens de protection, etc.), les données de l'IRSST sont des résultats d'échantillonnage à l'état brut. Toutefois, puisque la norme pour le formaldéhyde est une valeur plafond, la comparaison de ces résultats à la norme permettra tout de même une certaine interprétation de ces données.

Puisque les données de l'IRSST proviennent principalement de l'échantillonnage effectué par les intervenants de la Santé publique, les limites applicables aux données de la Santé publique, s'appliquent également aux données de l'IRSST.

### **Lésions professionnelles - CSST**

Type de données	:	Dossiers déclarés et acceptés avec formaldéhyde comme agent causal
- Période couverte	:	1994 à 1997 -> 4 ans
- Territoire couvert	:	Ensemble du Québec
- Nombre de codes CAEQ concernés	:	6
- Nombre de secteurs d'activité	:	4
- Nombre de travailleurs concernés	:	11
- Nombre de professions (CCDP)	:	9 (à 4 positions)

Les données de la CSST ne contiennent que les cas déclarés et acceptés de lésions professionnelles reliées au formaldéhyde. Sont donc exclus de ces données tous les cas d'exposition n'ayant pas donné lieu à une déclaration à la CSST, ou ayant donné lieu à une déclaration mais n'ayant pas été accepté par la CSST.

### **Programme « Pour une maternité sans danger » - Santépublique**

Type de données	:	Travailleuses pour lesquelles la formaldéhyde est un risque retenu par le médecin-conseil pour sa recommandation à la CSST
- Période couverte	:	1994 à 1997 -> 4 ans
- Territoire couvert	:	Ensemble du Québec
- Nombre de codes CAEQ concernés	:	62
- Nombre de secteurs d'activité	:	28
- Nombre de travailleuses concernées	:	403
- Nombre de professions (CCDP)	:	102 (à 7 positions), 67 (à 4 positions)
-	:	Ces données ne contiennent pas de résultats chiffrés mais font plutôt état du jugement du médecin-conseil qui considère le risque en regard de l'exposition de la travailleuse suffisamment important pour recommander un retrait préventif.

## Analyse

Puisque le mandat du groupe de travail est d'évaluer l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles (VEA) pour le formaldéhyde de 2 ppm, la VEA actuelle, à 1, 0,75 ou 0,3 ppm, nous utiliserons ces bornes pour délimiter les catégories d'exposition des travailleurs ou de résultats que nous utiliserons dans notre analyse, lorsque des données chiffrées sont disponibles.

### *Expositions estimées des travailleurs - Santé publique*

L'analyse se fera d'abord sur les expositions estimées des travailleurs effectuées par la Santé publique car ces données sont considérées comme les plus représentatives de l'exposition réelle des travailleurs au formaldéhyde.

Au total, quelque 2029 travailleurs sont représentés par ces données et ils sont répartis dans 21 secteurs d'activité différents. Leur répartition en fonction des catégories d'exposition définies est la suivante:

% travailleurs $\geq$ 0 ppm	:	100,0%	(21 secteurs d'activité)
% travailleurs > 0,3 ppm	:	24,9%	(13 " " )
% travailleurs > 0,75 ppm	:	12,4%	(8 " " )
% travailleurs > 1 ppm	:	9,5%	(5 " " )
% travailleurs > 2 ppm	:	2,8%	(4 " " )

Donc, compte tenu de notre connaissance du milieu de travail en regard des interventions du réseau de la Santé publique, il y a près de 3% des travailleurs investigués qui se situent au-dessus de la norme actuelle de 2 ppm. En fonction du niveau d'abaissement de la norme à analyser, cette proportion pourrait augmenter jusqu'à 25%.

Les secteurs d'activité où il y a dépassement de la norme actuelle de 2 ppm sont l'industrie du papier, l'industrie du bois, l'industrie du meuble et les services de santé et services sociaux où, selon le secteur d'activité, de 3 À 7% des travailleurs investigués dépassent la norme actuelle (tableau 1).

Si la norme est abaissée à 1 ppm, l'industrie des aliments s'ajoute aux quatre secteurs déjà mentionnés et, pour tous ces secteurs, la proportion de travailleurs investigués dépassant le seuil de 1 ppm augmente sensiblement par rapport à la norme de 2ppm, et varie de 11,4% pour l'industrie du bois à 63,7% pour les services de santé et services sociaux.

L'abaissement du seuil à 0,75 ppm amène trois nouveaux secteurs d'activité au-dessus de ce seuil, pour un total de huit. Les plus importants en termes de proportion et d'effectifs de travailleurs dépassant le seuil sont l'imprimerie et édition, les services de santé et services sociaux, l'industrie du meuble, l'industrie du papier et l'industrie du bois.

Finalement, si le seuil est de nouveau abaissé, mais cette fois-ci à 0,3 ppm, on dénombre un total de 13 secteurs d'activité ayant des travailleurs exposés au-dessus de ce seuil. Les plus importants en termes de proportion et d'effectifs de travailleurs dépassant le seuil sont, en plus des cinq secteurs déjà mentionnés pour le seuil de 0,75 ppm, l'industrie chimique et les autres commerces de détail.

Les annexes A et B donnent la répartition détaillée des 21 secteurs d'activité et des 56 codes d'activité économique investigués selon les niveaux d'exposition retrouvés dans chacun d'eux.

## ***TABLEAU 1: Données de la Santé publique (données environnementales)***

### Secteurs d'activité avec travailleurs exposés à plus de 2 ppm

		<u>Nombre établ.</u>
1. Industrie du papier	: 7,1% des travailleurs évalués (9 sur 127)	<b>1 sur 4 évalués</b>
2. Industrie du bois	: 6,9% des travailleurs évalués (38 sur 553)	<b>4 sur 24 évalués</b>
3. Industrie du meuble	: 4,3% des travailleurs évalués (6 sur 141)	<b>1 sur 13 évalués</b>
4. Services de santé et services sociaux	: 2,9% des travailleurs évalués (3 sur 102)	<b>1 sur 6 évalués</b>
<b>Total</b>	<b>: 56 travailleurs sur 2029 (2,8%)</b>	

### Secteurs d'activité avec travailleurs exposés à plus de 1 ppm

		<u>Nombre établ.</u>
1. Services de santé et services sociaux	: 63,7% des travailleurs évalués (65 sur 102)	<b>2 sur 6 évalués</b>
2. Industrie du meuble	: 25,5% des travailleurs évalués (36 sur 141)	<b>5 sur 13 évalués</b>
3. Industrie du papier	: 16,5% des travailleurs évalués (21 sur 127)	<b>2 sur 4 évalués</b>
4. Industrie des aliments	: 13,2% des travailleurs évalués (7 sur 53)	<b>2 sur 7 évalués</b>
5. Industrie du bois	: 11,4% des travailleurs évalués (63 sur 553)	<b>8 sur 24 évalués</b>
<b>Total</b>	<b>: 192 travailleurs sur 2029 (9,5%)</b>	

### Secteurs d'activité avec travailleurs exposés à plus de 0,75 ppm

		<u>Nombre établ.</u>
1. Imprimerie, édition et ind. connexes	: 65,9% des travailleurs évalués (29 sur 44)	<b>1 sur 1 évalué</b>
2. Services de santé et services sociaux	: 63,7% des travailleurs évalués (65 sur 102)	<b>2 sur 6 évalués</b>
3. Autres commerces de détail	: 31,8% des travailleurs évalués (7 sur 22)	<b>1 sur 2 évalués</b>
4. Industrie du meuble	: 25,5% des travailleurs évalués (36 sur 141)	<b>5 sur 13 évalués</b>
5. Industrie des aliments	: 17,0% des travailleurs évalués (9 sur 53)	<b>3 sur 7 évalués</b>
6. Industrie du papier	: 16,5% des travailleurs évalués (21 sur 127)	<b>2 sur 4 évalués</b>
7. Industrie du bois	: 15,0% des travailleurs évalués (83 sur 553)	<b>9 sur 24 évalués</b>
8. Industrie chimique	: 1,8% des travailleurs évalués (1 sur 57)	<b>1 sur 8 évalués</b>
<b>Total</b>	<b>: 251 travailleurs sur 2029 (12,4%)</b>	

### Secteurs d'activité avec travailleurs exposés à plus de 0,3 ppm

		<u>Nombre établ.</u>
1. Imprimerie, édition et ind. connexes	: 100,0% des travailleurs évalués (29 sur 44)	<b>1 sur 1 évalué</b>
2. Commerce de gros de quincaillerie	: 100,0% des travailleurs évalués (1 sur 1)	<b>1 sur 1 évalué</b>
3. Autres commerces de détail	: 95,5% des travailleurs évalués (21 sur 22)	<b>2 sur 2 évalués</b>
4. Services de santé et services sociaux	: 69,6% des travailleurs évalués (71 sur 102)	<b>3 sur 6 évalués</b>
5. Industrie du papier	: 57,5% des travailleurs évalués (73 sur 127)	<b>4 sur 4 évalués</b>
6. Industrie du meuble	: 48,9% des travailleurs évalués (69 sur 141)	<b>11 sur 13 évalués</b>
7. Industrie chimique	: 47,4% des travailleurs évalués (27 sur 57)	<b>2 sur 8 évalués</b>
8. Industrie du bois	: 32,9% des travailleurs évalués (182 sur 553)	<b>12 sur 24 évalués</b>
9. Industrie du cuir	: 20,0% des travailleurs évalués (1 sur 5)	<b>1 sur 2 évalués</b>
10. Industrie des aliments	: 18,9% des travailleurs évalués (10 sur 53)	<b>4 sur 7 évalués</b>
11. Industrie du matériel de transport	: 10,0% des travailleurs évalués (1 sur 10)	<b>1 sur 1 évalué</b>
12. Industrie des prod. en matière plastique	: 1,8% des travailleurs évalués (4 sur 220)	<b>2 sur 12 évalués</b>
13. Fabrication de prod. métalliques	: 0,8% des travailleurs évalués (1 sur 132)	<b>1 sur 3 évalués</b>
<b>Total</b>	<b>: 505 travailleurs sur 2029 (24,9%)</b>	

L'examen des professions en relation avec l'exposition au formaldéhyde fait ressortir 13 d'entre elles comme importantes en termes de proportion et d'effectifs de travailleurs significativement exposés (voir annexe C). Ces professions sont les suivantes:

- Technicien de laboratoire médical : 100,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (59 sur 59)
- Autre manœuvre, n. c. a. : 100,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (48 sur 48)
- Contrôleur, trieur fabrication/réparation: 97,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (32 sur 33)
- Ouvrier au traitement du bois : 87,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (20 sur 23)
- Manœuvre manutentionnaire : 77,8% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (21 sur 27)
- Charpentier en charpentes de bois : 59,5% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (44 sur 74)
- Ouvrier de papeterie : 57,5% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (65 sur 113)
- Ouvrier fabrication de contre-plaqué : 50,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (53 sur 106)
- Raboteur, tourneur, façonneur de bois : 50,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (11 sur 22)
- Manœuvre industrie du bois : 47,6% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (10 sur 21)
- Biologiste : 39,1% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (9 sur 23)
- Mélangeur de produits chimiques : 32,6% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (14 sur 43)
- Peintre, décorateur d'articles manufact. : 31,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (27 sur 87).

En ce qui concerne plus particulièrement l'**industrie des panneaux agglomérés** (code CAEQ 2593), 222 travailleurs y ont été investigués par les intervenants de la Santé publique. De ces travailleurs, aucun n'est exposé au-dessus de la norme actuelle de 2 ppm (voir annexe B). Par contre, 2,7% d'entre eux sont exposés à plus de 1 ppm (ce qui est nettement plus faible que l'ensemble du secteur de l'industrie du bois qui est de 11,4%) et 41,9% sont exposés à plus de 0,3 ppm (ce qui est plus élevé que l'ensemble du secteur de l'industrie du bois qui est de 32,9%). Les travailleurs investigués de ce secteur sont regroupés sous quelque 26 professions différentes dont les plus importantes, en terme de nombre de travailleurs significativement exposés sont:

- Autre manœuvre, n. c. a. : 100,0% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (48 sur 48)
- Manœuvre industrie du bois : 66,7% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (10 sur 15)
- Ouvrier fabrication de contre-plaqué : 21,3% de travailleurs exposés > 0,3 ppm (13 sur 61).

### **Résultats d'échantillonnage - IRSST**

Au total, 2459 résultats sont représentés par ces données et ils sont répartis dans 41 secteurs d'activité différents. Leur répartition en fonction des catégories d'exposition définies est la suivante:

% analyses > 0 ppm	:	100,0% (41 secteurs d'activité)
% analyses > 0,3 ppm	:	26,1% (24 " " )
% analyses > 0,75 ppm	:	9,9% (18 " " )
% analyses > 1 ppm	:	7,1% (16 " " )
% analyses > 2 ppm	:	3,2% (10 " " ).

Cette répartition est similaire à celle observée pour les données environnementales de la Santé publique. Environ 3% des analyses ont des résultats supérieurs à la norme actuelle de 2 ppm et, selon le niveau d'abaissement de la norme envisagée, cette proportion peut grimper jusqu'à 26% pour un seuil établi à 0,3 ppm. Ces données viennent donc appuyer celles de la Santé publique.

L'analyse par secteur d'activité permet de constater que les secteurs pour lesquels il y a dépassement de la norme au niveau des données de la Santé publique, se retrouvent également dans les données de

l'IRSST (tableau 2). De plus, on identifie six secteurs supplémentaires pour l'IRSST (10 au total) où il y a dépassement de norme. Pour l'ensemble, les plus importants en termes de proportion et d'effectifs d'analyses dépassant le seuil sont l'industrie des aliments (qui ne figurait pas dans les dépassements de norme pour la Santé publique), l'industrie du papier, les services de santé et services sociaux, et l'industrie du bois. Ces secteurs d'activité comptent entre 2,9% et 18,4% de résultats au-dessus de la norme de 2 ppm. On remarque que les services relatifs à l'agriculture occupent le 1<sup>er</sup> ou le 2<sup>e</sup> rang en terme de proportion d'analyses supérieures au seuil, peu importe le seuil fixé. Toutefois, l'importance de ce secteur peut être questionnable compte tenu du faible effectif d'analyses y ayant été effectuées (7 au total).

Au seuil de 1 ppm, 16 secteurs d'activité présentent des résultats supérieurs à ce seuil, et ce, dans une proportion variant de 2,6% à 33,3%. Les plus importants en termes de proportion et d'effectifs d'analyses dépassant le seuil sont les mêmes que ceux dépassant la norme de 2 ppm, auxquels s'ajoutent l'industrie chimique et l'industrie du meuble avec respectivement 14,8% et 7,6% des résultats dépassant le seuil de 1 ppm. Chacun de ces six secteurs d'activité se retrouvait également parmi les secteurs ayant des dépassements au seuil de 1 ppm pour les données de la Santé publique.

L'abaissement du seuil à 0,75 ppm amène deux nouveaux secteurs d'activité ayant des dépassements à ce seuil, pour un total de 18. Toutefois, les secteurs les plus importants sont les mêmes secteurs déjà identifiés comme étant les plus importants en termes de proportion et d'effectifs d'analyses dépassant le seuil de 1 ppm.

Au seuil de 0,3 ppm, un total de 24 secteurs d'activité ont des résultats supérieurs à ce seuil. On retrouve les mêmes secteurs comme étant les plus importants, auxquels on peut ajouter l'imprimerie et édition et les autres industries manufacturières.

Les annexes D et E donnent la répartition détaillée des 41 secteurs d'activité et des 140 codes d'activité économique investigués selon les niveaux d'exposition retrouvés dans chacun d'eux.

Donc, dans l'ensemble on se rend rapidement compte que les données de l'IRSST comptent plus de secteurs ayant des résultats supérieurs à un seuil déterminé (environ deux fois plus) que les données de la Santé publique. Toutefois, les données de L'IRSST couvrent également une période deux fois plus longue (9 ans versus 4 ans). Cependant, on remarque que, peu importe le seuil envisagé, ce sont, à peu d'exceptions près, les mêmes secteurs d'activité qui ressortent comme étant les plus importants en termes de proportion et d'effectifs d'analyses ou de travailleurs dépassant ces seuils.

Dans les données de l'IRSST, **l'industrie des panneaux agglomérés** (code CAEQ 2593) vient nettement en tête des codes d'activité économique pour le nombre d'analyses effectuées pour le formaldéhyde, avec 563 résultats. De ces résultats, 2,05 se situent au-dessus de la norme actuelle de 2 ppm (voir annexe E). Par ailleurs, 6,8% d'entre eux sont supérieurs à 1 ppm, 10,2% sont à plus de 0,75 ppm et 33,6% sont supérieurs au seuil de 0,3 ppm. Contrairement à ce qui se passait pour les données environnementales de la Santé publique, ces proportions sont très similaires à celles de l'ensemble du secteur de l'industrie du bois, qui, il est vrai, inscrit la majorité de ses analyses (56%) dans l'industrie des panneaux agglomérés.

## ***TABLEAUX 2: Données de l'IRSST***

### Secteurs d'activité avec résultats à plus de 2 ppm

1. Industrie des aliments	:	18,4% des résultats (7 sur 38)
2. Services relatifs à l'agriculture	:	14,3% des résultats (1 sur 7)
3. Industrie du papier	:	11,4% des résultats (10 sur 88)
4. Autre industrie manufacturière	:	6,7% des résultats (3 sur 45)
5. Services de santé et services sociaux	:	6,2% des résultats (19 sur 306)
6. Industrie du cuir	:	4,8% des résultats (1 sur 21)
7. Industrie chimique	:	3,4% des résultats (3 sur 88)
8. Industrie du bois	:	2,9% des résultats (29 sur 1002)
9. Industrie du meuble	:	1,9% des résultats (3 sur 157)
10. Industrie des prod, en matière plastique	:	1,0% des résultats (2 sur 191)

Total: 78 résultats sur 2459 (3,2%)

### Secteurs d'activité avec résultats à plus de 1 ppm

1. Commerce de gros - aliments, etc	:	33,3% des résultats (1 sur 3)
2. Services relatifs à l'agriculture	:	28,6% des résultats (2 sur 7)
3. Industrie du papier	:	21,6% des résultats (19 sur 88)
4. Industrie des aliments	:	21,1% des résultats (8 sur 38)
5. Commerce de gros de produits divers	:	16,7% des résultats (1 sur 6)
6. Industrie chimique	:	14,8% des résultats (13 sur 88)
7. Autre industrie manufacturière	:	11,1% des résultats (5 sur 45)
8. Industrie des produits textiles	:	10,5% des résultats (2 sur 19)
9. Services de santé et services sociaux	:	9,8% des résultats (30 sur 306)
10. Industrie du meuble	:	7,6% des résultats (12 sur 157)
11. Industrie du bois	:	7,0% des résultats (70 sur 1002)
12. Industrie des prod minéraux non métal	:	5,7% des résultats (3 sur 53)
13. Industrie du cuir	:	4,8% des résultats (1 sur 21)
14. Industrie des prod, électriques/électron.	:	4,0% des résultats (1 sur 25)
15. Imprimerie, édition, industrie connexe	:	3,4% des résultats (1 sur 29)
16. Industrie des prod, en matière plastique	:	2,6% des résultats (5 sur 191)

Total: 175 résultats sur 2459 (7,1%)

**TABLEAU 2: Données de l'RSST (suite)****Secteurs d'activité avec résultats à plus de 0,75 ppm**

1. Services relatifs à l'agriculture	:	42,9%	des résultats	(3 sur 7)
2. Commerce de gros — aliments, etc.	:	33,3%	des résultats	(1 sur 3)
3. Industrie du papier	:	25,0%	des résultats	(22 sur 88)
4. Industrie des aliments	:	23,7%	des résultats	(9 sur 38)
5. Imprimerie, édition, industrie connexe	:	20,7%	des résultats	(6 sur 29)
6. Industrie textile de 1 <sup>ère</sup> transformation	:	20,0%	des résultats	(1 sur 5)
7. Industrie du cuir	:	19,0%	des résultats	(4 sur 21)
8. Industrie chimique	:	17,0%	des résultats	(15 sur 88)
9. Commerce de gros de produits divers	:	16,7%	des résultats	(1 sur 6)
10. Industrie des produits textiles	:	15,8%	des résultats	(3 sur 19)
11. Autre industrie manufacturière	:	15,6%	des résultats	(7 sur 45)
12. Services de santé et services sociaux	:	12,4%	des résultats	(38 sur 306)
13. Industrie du meuble	:	12,1%	des résultats	(19 sur 157)
14. Industrie des prod, électriques/électron.	:	12,0%	des résultats	(3 sur 25)
15. Industrie du bois	:	10,3%	des résultats	(103 sur 1002)
16. Industrie des prod, minéraux non métal.	:	5,7%	des résultats	(3 sur 53)
17. Autre commerce de détail	:	5,6%	des résultats	(1 sur 18)
18. Industrie des prod, en matière plastique	:	2,6%	des résultats	(5 sur 191)

Total: 245 résultats sur 2459 (10,0%)

**Secteurs d'activité avec résultats à plus de 0,3 ppm**

1. Commerce de gros - aliments, etc.	:	100,0%	des résultats	(3 sur 3)
2. Services relatifs à l'agriculture	:	71,4%	des résultats	(5 sur 7)
3. Industrie du cuir	:	57,1%	des résultats	(12 sur 21)
4. Industrie du papier	:	52,3%	des résultats	(46 sur 88)
5. Industrie du meuble	:	40,1%	des résultats	(63 sur 157)
6. Imprimerie, édition, industrie connexe	:	34,5%	des résultats	(10 sur 29)
7. Industrie du bois	:	33,3%	des résultats	(334 sur 1002)
8. Commerce de gros de produits divers	:	33,3%	des résultats	(2 sur 6)
9. Industrie chimique	:	31,8%	des résultats	(28 sur 88)
10. Industrie des produits textiles	:	31,6%	des résultats	(6 sur 19)
11. Autre industrie manufacturière	:	28,9%	des résultats	(13 sur 45)
12. Industrie des aliments	:	26,3%	des résultats	(10 sur 38)
13. Industrie des prod, électriques/électron.	:	24,0%	des résultats	(6 sur 25)
14. Industrie textile de 1 <sup>ère</sup> transformation	:	20,0%	des résultats	(1 sur 5)
15. Services de santé et services sociaux	:	19,9%	des résultats	(61 sur 306)
16. Autre commerce de détail	:	16,7%	des résultats	(3 sur 18)
17. Industrie fabric, de prod, métalliques	:	15,2%	des résultats	(7 sur 46)
18. Industrie de 1 <sup>ère</sup> transform, des métaux	:	14,0%	des résultats	(6 sur 43)
19. Industrie des produits en caoutchouc	:	12,5%	des résultats	(5 sur 40)
20. Services aux entreprises	:	11,1%	des résultats	(1 sur 9)
21. Services d'enseignement	:	10,0%	des résultats	(1 sur 10)
22. Industrie des prod, minéraux non métal.	:	9,4%	des résultats	(5 sur 53)
23. Industrie du matériel de transport	:	8,3%	des résultats	(1 sur 12)
24. Industrie des prod, en matière plastique	:	4,2%	des résultats	(8 sur 191)

Total: 641 résultats sur 2459 (26,1%)

## *Lésions professionnelles - CSST*

Au total, pour la période 1994-1997, douze lésions professionnelles avec le formaldéhyde comme agent causal ont été répertoriées dans la fichier des indemnisations de la CSST. Un de ces cas a été retranché car après analyse il s'agissait d'une lésion non spécifiquement reliée au formaldéhyde. Donc, les onze cas qui restent nous donnent une moyenne de près de trois lésions acceptées par année pour l'ensemble du Québec. Ces lésions sont regroupées dans quatre secteurs d'activité distincts soit:

Services de santé et services sociaux	:	5 cas
Industrie chimique	:	3 cas
Services personnels et domestiques	:	2 cas
Services relatifs à l'agriculture	:	1 cas.

Trois de ces secteurs d'activité ont déjà été identifiés dans les données de la Santé publique et de l'IRSST. Le secteur des services personnels et domestiques retient l'attention pour la première fois. Pour ce secteur, dans les deux cas il s'agit des salons funéraires.

Sur les 11 cas, cinq sont des brûlures ou conjonctivites aux yeux, trois sont des cas d'intoxication affectant l'appareil respiratoire, deux autres touchent plus spécifiquement les bronches ou les poumons (dont un cas d'asthme) et enfin, un est une dermatite aux membres supérieurs.

Dans l'ensemble, ces lésions génèrent peu de jours d'indemnisation et peu de frais au niveau de la CSST. Au total, 30 jours d'indemnisation ont été comptabilisés, soit une moyenne d'environ 3 jours par indemnisation. Des débours totaux de 8392\$ ont été générés par ces lésions, soit une moyenne d'environ 760\$ par cas. Le cas d'asthme a nécessité à lui seul des frais totaux de 5908\$, ce qui laisse une moyenne d'environ 250\$ par lésion pour les 10 autres cas.

## *Programme « Pour une maternité sans danger » — Santépublique*

Les données de ce programme peuvent permettre d'identifier des secteurs d'activité non présents dans les autres sources car l'application de ce programme n'est pas principalement limité aux interventions dans les secteurs prioritaires que reflétaient les données environnementales de la Santé publique et celles de l'IRSST.

Au total, 28 secteurs d'activité sont concernés par les données de ce programme (tableau 3). Le secteur des services de santé et services sociaux arrivent largement en tête avec 56% (226 sur 403) des demandes reliées au formaldéhyde pendant la période 1994-97 sur le territoire québécois. De loin suivent, en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> positions, l'industrie du bois et les services reliés à l'agriculture avec, respectivement, 7% (29 cas) et 6% (23 cas) des demandes.

Par ailleurs, 8 secteurs inscrits dans cette source de données sont absents des données environnementales de la santé publique et de celles de l'IRSST. Les plus importants sont l'industrie de l'habillement (14 demandes), les services personnels et domestiques (9 demandes) et l'agriculture (6 demandes).

Quatre professions sont plus particulièrement importantes dans ce programme relativement à leur lien avec une exposition au formaldéhyde. Ces quatre professions viennent toutes du secteur des services de santé et services sociaux et constituent 58% (234 sur 403) des demandes reliées au formaldéhyde, ces professions sont denturologiste et hygiéniste dentaire (154 demandes), technicien de laboratoire médical (49 demandes), autre personnel médical (22 demandes) et infirmière diplômée (19 demandes).

**TABLEAU 3 : Données de la Santé publique  
(Programme « Pour une maternité sans danger »)**

Secteurs d'activité avec retrait préventif recommandé relié au formaldéhyde

1. Services de santé et services sociaux	:	226 demandes
2. Industrie du bois	:	29 demandes
3. Services relatifs à l'agriculture	:	23 demandes
4. Imprimerie, édition, industrie connexe	:	15 demandes
5. Industrie de l'habillement	:	14 demandes
6. Services d'enseignement	:	13 demandes
7. Industrie chimique	:	12 demandes
8. Industrie des produits en caoutchouc	:	10 demandes
9. Services personnels et domestiques	:	9 demandes
10. Autre commerce de détail	:	7 demandes
11. Agriculture	:	6 demandes
12. Industrie du papier	:	6 demandes
13. Industrie des prod. en matière plastique	:	5 demandes
14. Commerce de détail - aliments, etc	:	3 demandes
15. Restauration	:	3 demandes
16. Commerce de gros de produits divers	:	3 demandes
17. Industrie des prod électriques/électron.	:	2 demandes
18. Industrie du meuble	:	2 demandes
19. Industrie de 1 <sup>ère</sup> transform des métaux	:	2 demandes
20. Industrie des aliments	:	1 demande
21. Autre industrie manufacturière	:	1 demande
22. Industrie du cuir	:	1 demande
23. Industrie des produits textiles	:	1 demande
24. Industrie textile de 1 <sup>ère</sup> transformation	:	1 demande
25. Commerce de détail - vêtement, chaussure	:	1 demande
26. Services de l'administration provinciale	:	1 demande
27. Services immobiliers	:	1 demande
28. Industrie du matériel de transport	:	1 demande
29. Inconnu	:	4 demandes
<b>Total:</b>		<b>403 demandes</b>

## *ANNEXES*

ANNEXE A: Répartition des travailleurs par secteur d'activité et exposition estimée au formaldéhyde - Santé publique (SMEST), 1994-97

Secteur d'activité	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
25 - Industrie du bois	553	67,1%	17,9%	3,6%	4,5%	6,9%
73 - Sociétés d'assurances	490	100,0%				
16 - Industrie des produits en matière plastique	220	98,2%	1,8%			
26 - Industrie du meuble	141	51,1%	23,4%		21,3%	4,3%
30 - Industrie de la fabric. de prod. métalliques	132	99,2%	0,8%			
27 - Industrie du papier	127	42,5%	40,9%		9,4%	7,1%
86 - Services de santé et services sociaux	102	30,4%	5,9%		60,8%	2,9%
37 - Industrie chimique	57	52,6%	45,6%	1,8%		
10 - Industrie des aliments	53	81,1%	1,9%	3,8%	13,2%	
28 - Imprimerie, édition et industries connexes	44		34,1%	65,9%		
35 - Industrie des prod. minéraux non métall.	24	100%				
65 - Autres commerces de détail	22	4,5%	63,6%	31,8%		
49 - Autres services publics	22	100%				
29 - Industrie de 1 <sup>ère</sup> transform. des métaux	18	100%				
32 - Industrie du matériel de transport	10	90,0%	10,0%			
17 - Industrie du cuir	5	80,0%	20,0%			
33 - Industrie des prod. électriques et électron.	4	100%				
60 - Comm. de détail aliments, médic., tabac	2	100%				
56 - Commerce de gros quincaillerie	1		100%			
15 - Industrie des produits en caoutchouc	1	100%				
24 - Industrie de l'habillement	1	100%				
<b>TOTAL</b>	<b>2029</b>	<b>75,1% (1524)</b>	<b>12,5% (254)</b>	<b>2,9% (59)</b>	<b>6,7% (136)</b>	<b>2,8% (56)</b>

**ANNEXE B: Répartition des travailleurs par code CAEQ et exposition estimée au formaldéhyde -  
Santé publique (SMEST), 1994-97**

Secteur d'activité	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
7331 - Sociétés d'assurance santé	490	100,0%				
2593 - Ind. des panneaux agglomérés	222	58,1%	39,2%		2,7%	
2542 - Ind. des armoires et placards en bois	146	98,6%		1,4%		
1699 - Autres ind. des prod. en matière plast.	132	100,0%				
2719 - Autres ind. du papier	119	40,3%	42,0%		10,1%	7,6%
3099 - Autres ind. de prod. en métal	117	100,0%				
2611 - Ind. des meubles de maison en bois	95	58,9%	12,6%		22,1%	6,3%
8611 - Centres hospitaliers de courte durée	85	18,8%	4,7%		72,9%	3,5%
2521 - Ind. des placages en bois	56	83,9%				16,1%
2544 - Ind. d'éléments de charpente de bois	47			25,5%	23,4%	51,1%
2819 - Autres ind. d'impression commerciale	44		34,1%	65,9%		
2549 - Autres ind. du bois travaillé	44	100,0%				
1691 - Ind. des sacs en matière plastique	43	100,0%				
1072 - Ind. du pain et produits connexes	40	90,0%			10,0%	
1661 - Ind. des contenants en matière plastique	30	100,0%				
3731 - Ind. des matières plastiques et résines	24		100,0%			
3571 - Ind. des abrasifs	24	100,0%				
4999 - Autres services publics	22	100,0%				
6521 - Fleuristes	21		66,7%	33,3%		
2522 - Ind. des contre-plaqués	18		33,3%	33,3%	33,3%	
3711 - Ind. des prod. chimiques inorganiques	18	83,3%	11,1%	5,6%		
1621 - Ind. des tuyaux en matière plastique	15	73,3%	26,7%			
8622 - Centres de réadaptation physique	15	86,7%	13,3%			
2962 - Ind. du moulage et extrusion aluminium	15	100,0%				
2599 - Autres ind. du bois	13	23,1%	38,5%			38,5%
2612 - Ind. des meubles de maison rembourrés	11		36,4%		63,6%	
3211 - Ind. des aéronefs et pièces d'aéronefs	10	90,0%	10,0%			
3041 - Ind. du revêtement de prod. en métal	9	100,0%				

Secteur d'activité	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	>0,75 et ≤1 ppm	>1 et ≤2 ppm	> 2 ppm
2641 - Ind. des meubles de bureau en métal	8		100, 0%			
2699 - Autres ind. du meuble	8		100, 0%			
1083 - Ind. des confiseries et du chocolat	8	87, 5%	12,5%			
2695 - Ind. des cadres	8	100, 0%				
3792 - Ind. des adhésifs	8	100, 0%				
2512 - Ind. des prod. de scieries et rabotage	7	57, 1%	14,3%		28,6%	
2619 - Autres ind. des meubles de maison	7	71, 4%			28,6%	
3081 - Ateliers d'usinage	6	83, 3%	16,7%			
1711 - Tanneries	4	75, 0%	25,0%			
2642 - Ind. des meubles de bureau en bois	4	75, 0%	25,0%			
2711 - Ind. des pâtes à papier	4	75, 0%	25,0%			
2732 - Ind. des boîtes en carton ondulé	4	75, 0%	25,0%			
3359 - Autre ind. du matériel électronique	4	100, 0%				
1021 - Ind. de la transformation du poisson	3				100, 0%	
2941 - Fonderies de fer	3	100, 0%				
3799 - Autres ind. des produits chimiques	3	100, 0%				
1099 - Autres ind. de produits alimentaires	2			100, 0%		
3761 - Ind. des savons et prod. de nettoyage	2	100, 0%				
6032 - Pharmacies	2	100, 0%				
5631 - Comm. de gros de bois de construction	1		100, 0%			
1599 - Autres ind. des produits en caoutchouc	1	100, 0%				
1712 - Ind. de la chaussure	1	100, 0%				
2454 - Ind. des vêtements pour enfants	1	100, 0%				
3741 - Ind. des prod. pharmaceutiques	1	100, 0%				
3771 - Ind. des prod. de toilette	1	100, 0%				
6571 - Comm. de détail d'appareils photo	1	100, 0%				
8631 - CLSC	1	100, 0%				
8653 - Cabinets de dentistes	1	100, 0%				
<b>TOTAL</b>	<b>2029</b>	<b>75,1% (1524)</b>	<b>12,5% (254)</b>	<b>2,9% (59)</b>	<b>6,7% (136)</b>	<b>2,8% (56)</b>

**ANNEXE C: Répartition des travailleurs par profession et exposition estimée au formaldéhyde - Santé publique (SMEST), 1994-97**

Profession	Nombre de Nombre de	$\geq 0$ et $\leq 0,3$ > 0 et < 0,3	> 0,3 et $\leq 0,75$ > 0,3 et < 0,75	> 0,75 et $\leq 1$ > 0,75 et < 1	> 1 et $\leq 2$ > 1 et < 2	> 2 ppm
4197 - Employé de bureau	293	100, 0%				
1119 - Fonctionnaire de l'adm. publique	174	100, 0%				
9919 - Autre travailleur, n. c. a.	151	98,0%	2,0%			
8541 - Ebénistes, menuisiers en meubles	150	94,7%	2,0%		2,0%	1,3%
8253 - Ouvrier de papeterie	113	42,5%	34,5%	4,4%	10,6%	8,0%
8178 - Manœuvre au traitement des produits chimiques, pétrole, plastique, caoutchouc	107	100, 0%				
8233 - Ouvrier fabrication de contre-plaqué	106	50,0%	35,8%	0,9%	3,8%	9,4%
8595 - Peintre, décorateur d'articles manufact.	87	69,0%	13,8%	2,3%	14,9%	
8781 - Charpentier en charpentes de bois	74	40,5%		14,9%	14,9%	29,7%
3156 - Technicien de laboratoire médical	59				94,9%	5,1%
8573 - Mouleur de caoutchouc, plastique	57	100, 0%				
9918 - Autre manœuvre, n. c. a.	48		100, 0%			
8161 - Mélangeur de produits chimiques	43	67,4%	30,2%	2,3%		
8596 - Contrôleur, trieur fabrication/réparation	33	3,0%	27,3%	69,7%		
9317 - Emballeur	30	100, 0%				
9318 - Manœuvre manutentionnaire	27	22,2%	51,9%	25,9%		
8359 - Autre trav. du bois à la machine	24	100, 0%				
8235 - Ouvrier au traitement du bois	23	13,0%	34,8%	26,1%	26,1%	
2133 - Biologiste	23	60,9%	13,0%		26,1%	
8213 - Boulanger, pâtissier, confiseur	23	82,6%			17,4%	
8355 - Raboteur, tourneur, façonneur de bois	22	50,0%			50,0%	
8598 - Autre manoeuvre fabrication/réparation	22	95,5%	4,5%			
1113 - Administrateur gouvernemental	22	100, 0%				
8238 - Manœuvre industrie du bois	21	52,4%	23,8%		23,8%	
8739 - Autre installateur/réparateur électrique	20	100, 0%				
8799 - Autre travailleur du bâtiment	20	100, 0%				
8236 - Contrôleur, trieur industrie du bois	18	72,2%				27,8%

<b>Profession</b>	<b>Nombre de travailleurs</b>	<b>&gt; 0 et &lt; 0,3 ppm</b>	<b>&gt; 0,3 et &lt; 0,75 ppm</b>	<b>&gt; 0,75 et &lt; 1 ppm</b>	<b>&gt; 1 et &lt; 2 ppm</b>	<b>&gt; 2 ppm</b>
8311 - Ajusteur-outilleur	16		100, 0%			
8299 - Autre trav. industrie de transformation	15	73,3%	26,7%			
3137 - Physiothérapeute, ergothérapeute	15	86,7%	13,3%			
8179 - Spécialiste au traitement des produits chimiques, pétrole, plastique, caoutchouc	12	25,0%	75,0%			
7711 - Foreur sur installation rotary	12	33,3%	66,7%			
8718 - Manœuvre excavateur, niveleur, paveur	10		50,0%			50,0%
8153 - Broyeur, malaxeur de verre et pierre	10	80,0%		20,0%		
6169 - Spécialiste de l'entretien des vêtements	10	100, 0%				
8230 - Contremaître industrie du bois	8	62,5%	37,5%			
8529 - Autre trav. fabrication prod. en métal	8	100, 0%				
8548 - Manœuvre fabrication articles en bois	8	100, 0%				
9311 - Conducteur d'appareils de levage	8	100, 0%				
9533 - Conducteur-mécanicien machines fixes	8	100, 0%				
4111 - Secrétaire, sténographe	7	100, 0%				
3119 - Spéc. en diagnostic/traitement maladie	6	100, 0%				
8353 - Scieur de bois	6	100, 0%				
8295 - Spécialiste traitement cuirs et peaux	4	75,0%	25,0%			
8593 - Façonneur de produits en papier	4	75,0%	25,0%			
2117 - Technicien des sciences physiques	4	100, 0%				
8113 - Conducteur de mélangeurs de minerais	4	100, 0%				
8539 - Autre trav. fabrication app. électriques	4	100, 0%				
8580 - Contremaître de mécanicien, réparateur	4	100, 0%				
9315 - Conducteur de matériel de manutention	4	100, 0%				
9512 - Conducteur de presses à imprimer	4		100, 0%			
8217 - Trav. au conditionnement du poisson	3				100, 0%	
8599 - Autre trav. fabrication/réparation	3			33,3%	66,7%	
4199 - Autre personnel administratif	3	33,3%	66,7%			
8137 - Mouleur et fondeur de métaux	3	100, 0%				
8578 - Manœuvre fabrication articles plastique	3	100, 0%				
9319 - Autre manutentionnaire	3	100, 0%				

Profession	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
3111 - Médecin, chirurgien	2		100, 0%			
4153 - Commis à l'expédition/réception	2	100, 0%				
2163 - Dessinateur	1	100, 0%				
3157 - Denturologiste, hygiéniste dentaire	1	100, 0%				
3159 - Autre personnel médical	1	100, 0%				
4151 - Commis à la production	1	100, 0%				
4155 - Commis au stock	1	100, 0%				
4195 - Commis au service du personnel	1	100, 0%				
5131 - Vendeur-technicien	1	100, 0%				
5133 - Voyageur de commerce	1	100, 0%				
5135 - Vendeur, commis vendeur	1	100, 0%				
6191 - Concierge, services domestiques	1	100, 0%				
8167 - Cuisinier, sécheur de prod. chimiques	1	100, 0%				
8313 - Machiniste, réglage de machines-outils	1	100, 0%				
8540 - Contremaître fabrication articles en bois	1	100, 0%				
8579 - Autre trav. fabrication articles plastique	1	100, 0%				
8590 - Autre contremaître fab./réparation	1	100, 0%				
8711 - Excavateur, niveleur	1	100, 0%				
8730 - Contremaître d'électriciens	1	100, 0%				
9519 - Autre imprimeur	1	100, 0%				
Inconnu	8	87,5%	12,5%			
<b>TOTAL</b>	<b>2029</b>	<b>75,1% (1542)</b>	<b>12,5 % (254)</b>	<b>2,9% (59)</b>	<b>6,7% (136)</b>	<b>2,8% (56)</b>

**ANNEXE D: Répartition des analyses par secteur d'activité et résultat pour le formaldéhyde - IRSST, 1990-98**

Secteur d'activité	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
25 - Industrie du bois	1002	66,7%	23,1%	3,3%	4,1%	2,9%
86 - Services de santé et services sociaux	306	80,1%	7,5%	2,6%	3,6%	6,2%
16 - Industrie des produits en matière plastique	191	95,8%	1,6%		1,6%	1,0%
26 - Industrie du meuble	157	59,9%	28,0%	4,5%	5,7%	1,9%
27 - Industrie du papier	88	47,7%	27,3%	3,4%	10,2%	11,4%
37 - Industrie chimique	88	68,2%	14,8%	2,3%	11,4%	3,4%
35 - Industrie des prod. minéraux non métall.	53	90,6%	3,8%		5,7%	
30 - Industrie de la fabric. de prod. métalliques	46	84,8%	15,2%			
39 - Autre industrie manufacturière	45	71,1%	13,3%	4,4%	4,4%	6,7%
29 - Industrie de 1 <sup>ère</sup> transform. des métaux	43	86,0%	14,0%			
15 - Industrie des produits en caoutchouc	40	87,5%	12,5%			
10 - Industrie des aliments	38	73,7%	2,6%	2,6%	2,6%	18,4%
24 - Industrie de l'habillement	30	100,0%				
28 - Imprimerie, édition et industries connexes	29	65,5%	13,8%	17,2%	3,4%	
97 - Services personnels et domestiques	29	100,0%				
33 - Industrie des prod. électriques et électron.	25	76,0%	12,0%	8,0%	4,0%	
17 - Industrie du cuir	21	42,9%	38,1%	14,3%		4,8%
83 - Services des administrations locales	21	100,0%				
19 - Industrie des produits textiles	19	68,4%	15,8%	5,3%	10,5%	
65 - Autres commerces de détail	18	83,3%	11,1%	5,6%		
82 — Services de l'administration provinciale	13	100,0%				
32 - Industrie du matériel de transport	12	91,7%	8,3%			
85 - Services d'enseignement	10	90,0%	10,0%			
77 - Services aux entreprises	9	88,9%	11,1%			
02 - Services relatifs à l'agriculture	7	28,6%	28,6%	14,3%	14,3%	14,3%
05 - Services forestiers	7	100,0%				
59 - Comm. de gros produits divers	6	66,7%	16,7%		16,7%	
70 - Intermédiaire financier de dépôts	6	100,0%				
18 - Industrie textile de 1 <sup>ère</sup> transformation	5	80,0%		20,0%		

Secteur d'activité	Nombre de travailleurs	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
73 - Sociétés d'assurances	5	100, 0%				
48 - Communications	4	100, 0%				
98 - Associations	4	100, 0%				
01 -Agriculture	3	100, 0%				
04 - Exploitation forestière	3	100, 0%				
52 - Comm. de gros aliments, médic., tabac	3		66,7%		33,3%	
99 - Autres services	3	100, 0%				
31 - Industrie de la machinerie	2	100, 0%				
47 - Entreposage	2	100, 0%				
63 - Comm. de détail aliments, médic., tabac	2	100, 0%				
57 - Comm. de gros machines	1	100, 0%				
96 - Services de divertissements et loisirs	1	100, 0%				
Inconnu	62	95, 2%	3,2%		1,6%	
<b>TOTAL</b>	<b>2459</b>	<b>73,9% (1818)</b>	<b>16,1% (396)</b>	<b>2,8% (70)</b>	<b>3,9% (97)</b>	<b>3,2% (78)</b>

**ANNEXE E: Répartition des analyses par code CAEQ et résultat pour le formaldéhyde - IRSST, 1990-98**

Secteur d'activité	Nombre de d'analyses	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	>0,75 et <1 ppm	>1 et <2 ppm	> 2 ppm
2593 - Ind. des panneaux agglomérés	563	66,4%	23,4%	3,4%	4,8%	2,0%
8611 - Centre hospitalier de courte durée	160	80,0%	10,0%	3,1%	3,8%	3,1%
2521 - Ind. des placages en bois	115	93,0%	4,3%		0,9%	1,7%
2591 - Ind. de la préservation du bois	98	69,4%	23,5%	5,1%	1,0%	1,0%
2544 - Ind. d'éléments de charpente de bois	94	25,5%	48,9%	6,4%	9,6%	9,6%
8653 - Cabinet de dentistes	76	96,1%	1,3%	1,3%		1,3%
1699 - Autre ind. des prod. en matière plast.	70	95,7%	4,3%			
2611 - Ind. des meubles de maison en bois	57	52,6%	35,1%	1,8%	7,0%	3,5%
2719 - Autre ind. du papier	52	19,2%	38,5%	5,8%	17,3%	19,2%
2619 - Autre ind. des meubles de maison	52	82,7%	17,3%			
1651 - Ind. des prod. architecture en plastique	50	98,0%			2,0%	
8613 - Centre hospitalier de soins prolongés	47	44,7%	12,8%	4,3%	10,6%	27,7%
1599 - Autre ind. des produits en caoutchouc	40	87,5%	12,5%			
3731 - Ind. des matières plastiques et résines	31	54,8%	19,4%	3,2%	19,4%	3,2%
3594 - Ind. des matériaux isolants de minéraux non métalliques	28	82,1%	7,1%		10,7%	
1691 - Ind. des sacs en matière plastique	28	100,0%				
2522 - Ind. des contre-plaqués	27	96,3%	3,7%			
2699 - Autre ind. du meuble	25	56,0%	24,0%	8,0%	8,0%	4,0%
2454 - Ind. des vêtements pour enfants	24	100,0%				
2512 - Ind. des prod. de scieries et rabotage	24	100,0%				
3042 - Ind. récipients et fermetures en métal	23	73,9%	26,1%			
2549 - Autre ind. du bois travaillé	22	59,1%	22,7%	9,1%	9,1%	
2941 - Fonderies de fer	21	81,0%	19,0%			
3931 - Ind. des articles de sport	20	45,0%	25,0%	10,0%	10,0%	10,0%
1099 - Autre ind. de produits alimentaires	19	57,9%	5,3%	5,3%	5,3%	26,3%
9713 - Salon de coiffure, hommes et femmes	19	100,0%				
2962 - Ind. du moulage et extrusion aluminium	18	88,9%	11,1%			
1661 - Ind. des contenants en matière plastique	17	100,0%				

Secteur d'activité	Nombre de d'analyses	≥ 0 et < 0,3 pmm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
2542 - Ind. des armoires et placards en bois	17	94,1%		5,9%		
8351 - Org. des pouvoirs exéc. et lég. (local)	17	100,0%				
2819 - Autre ind. d'impression commerciale	16	50,0%	18,7%	31,3%		
3711 - Ind. des prod. chimiques inorganiques	16	87,5%	12,5%			
3099 - Autre ind. de prod. en métal	14	92,9%	7,1%			
2799 - Autre ind. des prod. en papier	13	100,0%				
2821 - Ind. clichage, composition et reliure	13	84,6%	7,7%		7,7%	
1999 - Autre industrie de prod. textiles	12	58,3%	16,7%	8,3%	16,7%	
2541 - Ind. des bâtiments préfabriqués	12	83,3%	16,7%			
3591 - Ind. des prod. réfractaires	12	100,0%				
1621 - Ind. des tuyaux en matière plastique	11	63,6%			18,2%	18,2%
3992 - Ind. boutons, boucles pour vêtements	11	90,9%				9,1%
2543 - Ind. des portes et fenêtres en bois	10	40,0%	50,0%			10,0%
2561 - Ind. des boîtes et palettes en bois	10	10,0%	90,0%			
2599 - Autre ind. du bois	10	10,0%	30,0%		10,0%	50,0%
2641 - Ind. des meubles de bureau en métal	10	60,0%	40,0%			
3741 - Ind. des prod. pharmaceutiques	10	60,0%			20,0%	20,0%
3761 - Ind. des savons et prod. de nettoyage	10	90,0%	10,0%			
3997 - Ind. articles pour bureaux et artistes	10	90,0%	10,0%			
1712 - Ind. de la chaussure	9	66,7%	11,1%	11,1%		11,1%
1713 - Ind. des valises, bourses, sacs à main	9		77,8%	22,2%		
2612 - Ind. des meubles de maison rembourrés	9	11,1%	55,6%	33,3%		
2733 - Ind. des sacs en papier	9	88,9%	11,1%			
3571 - Ind. des abrasifs	9	100,0%				
1049 - Autre industrie de produits laitiers	8	100,0%				
1072 - Ind. du pain et produits connexes	8	100,0%				
3299 - Autre ind. du matériel de transport	8	100,0%				
6521 -Fleuristes	8	50,0%	37,5%	12,5%		
0511 - Services forestiers	7	100,0%				
1992 - Ind. de la teinture de prod. textiles	7	85,7%	14,3%			
3352 - Ind. des pièces électroniques	7	42,9%	14,3%	28,6%	14,3%	

Secteur d'activité	Nombre de d'analyses	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	>0,75 et ≤ 1 ppm	>1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
3751 - Ind. des peintures et vernis	7	100,0%				
6571 - Comm. de détail d'appareils photo	7	100,0%				
1631 - Ind. des pellicules en plastique	6	100,0%				
3792 - Ind. des adhésifs	6	50,0%	33,3%	16,7%		
7021 - Banque à charte	6	100,0%				
9712 - Salon de beauté pour femmes	6	100,0%				
0213 - Services relatifs à l'élevage de volaille	5		40,0%	20,0%	20,0%	20,0%
1641 - Ind. des prod. en plastique stratifié	5	100,0%				
1811 - Ind. des fibres textiles synthétiques	5	80,0%		20,0%		
2732 - Ind. des boîtes en carton ondulé	5	100,0%				
7753 - Services de laboratoire de recherche	5	80,0%	20,0%			
8259 - Autres services administratifs généraux	5	100,0%				
8272 - Gestion des richesses naturelles	5	100,0%				
8631 - CLSC	5	100,0%				
1611 - Ind. des prod. en plastique en mousse	4	100,0%				
2693 - Ind. des meubles de jardin	4			25,0%	75,0%	
2791 - Ind. des papiers couchés ou traités	4	25,0%	75,0%			
2999 - Autre ind. laminage métaux non ferreux	4	100,0%				
3081 - Ateliers d'usinage	4	100,0%				
3255 - Ind. des roues et freins automobiles	4	75,0%	25,0%			
3359 - Autre ind. du matériel électronique	4	50,0%	50,0%			
3371 - Ind. des transformateurs électriques	4	100,0%				
3381 - Ind. des fils et câbles électriques	4	100,0%				
3712 - Ind. des prod. chimiques organiques	4		50,0%		50,0%	
4842 - Services de messagers	4	100,0%				
5999 - Autre commerce de gros	4	50,0%	25,0%		25,0%	
7791 - Services de sécurité et d'enquêtes	4	100,0%				
8624 - Centre de réadapt. handicapés mentaux	4	100,0%				
8625 - Centre de réadapt. mésadaptés sociaux	4	100,0%				
9831 - Ass. prof. du domaine de la santé	4	100,0%				
0114 - Elevage de la volaille	3	100,0%				

Secteur d'activité	Nombre de d'analyses	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et < 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
0411 - Exploitation forestière	3	100, 0%				
1711 -Tanneries	3	100, 0%				
2714 - Ind. des panneaux et papier construction	3	100, 0%				
3011 - Ind. des prod. en tôle forte	3	100, 0%				
3369 - Autre ind. machines bureaux/commerce	3	100, 0%				
3999 - Autre ind. de prod. manufacturés	3	100, 0%				
5217 - Commerce de gros de viandes	3		66,7%		33,3%	
7331 - Sociétés d'assurance santé	3	100, 0%				
8511 - Enseignement élémentaire/secondaire	3	100, 0%				
8521 - Enseignement post-second. (non univ.)	3	66,7%	33,3%			
8614 - Centre hospitalier soins à long terme	3	100, 0%				
9725 - Fourniture de linge	3	100, 0%				
9931 - Photographe	3	100, 0%				
0211 - Services vétérinaires	2	100, 0%				
1061 - Ind. des aliments pour animaux	2					100, 0%
2443 - Ind. des robes pour femmes	2	100, 0%				
2491 - Ind. des chandails	2	100, 0%				
2499 - Autre ind. de l'habillement	2	100, 0%				
2731 - Ind. des boîtes pliantes et rigides	2	100, 0%				
3071 - Ind. du matériel de chauffage	2	100, 0%				
3199 - Autre ind. machinerie et équipement	2	100, 0%				
3392 - Ind. des dispositifs de câblage	2	100, 0%				
3511 - Ind. des prod. en argile canadienne	2	100, 0%				
3592 - Ind. des prod. en amiante	2	100, 0%				
3771 - Ind. des prod. de toilette	2	100, 0%				
3799 - Autre ind. des produits chimiques	2	100, 0%				
4799 - Autres services d'entreposage	2	100, 0%				
5929 - Autre commerce de gros de papiers	2	100, 0%				
6541 - Commerce de détail d'articles de sport	2	100, 0%				
7339 - Autre société d'assurance	2	100, 0%				
8251 - Org. des pouvoirs exéc. et lég. (prov.)	2	100, 0%				

Secteur d'activité	Nombre de d'analyses	≥ 0 et ≤ 0,3 ppm	> 0,3 et ≤ 0,75 ppm	> 0,75 et ≤ 1 ppm	> 1 et ≤ 2 ppm	> 2 ppm
8321 - Tribunaux et serv. correctionnels (local)	2	100, 0%				
8361 - Gestion des services de santé	2	100, 0%				
8531 - Enseignement universitaire	2	100, 0%				
8541 - Enseignement de formation personnelle	2	100, 0%				
8622 - Centres de réadaptation physique	2	100, 0%				
8666 - Cabinet d'optométristes	2	100, 0%				
1091 - Ind. du thé et du café	1	100, 0%				
3341 - Ind. du matériel électronique ménager	1	100, 0%				
3994 - Ind. fabric. de support d'enregistrement	1	100, 0%				
5743 - Commerce de gros de matériel électron.	1	100, 0%				
6399 - Autre commerce de détail automobiles	1	100, 0%				
6399 - Autre commerce de détail automobile	1	100, 0%				
6533 - Commerce de détail de bois	1	100, 0%				
8222 - Services correctionnels (prov.)	1	100, 0%				
8651 - Cabinet de médecins généralistes	1	100, 0%				
8668 - Cabinet de denturologistes	1	100, 0%				
8686 - Autre labo. du domaine de la santé	1	100, 0%				
9631 - Agence de spectacles et artistes	1	100, 0%				
9731 - Salon funéraire	1	100, 0%				
Inconnu	62	95, 2%	3,2%		1,6%	
<b>TOTAL</b>	<b>2459</b>	<b>73, 9% (1818)</b>	<b>16, 1% (396)</b>	<b>2, 8% (70)</b>	<b>3, 9% (97)</b>	<b>3, 2% (78)</b>

## *ANNEXE 1D*

### **Revue des sources d'information sur les expositions professionnelles au formaldéhyde**

Par Michel Gérin et Denis Begin, 17 sept., 99

Mis à part les données recueillies aux Québec et colligées dans les banques de données de l'IRSST et du SMEST, il existe de nombreuses autres sources d'information sur l'exposition professionnelle au formaldéhyde que l'on peut regrouper en trois catégories: les sources bibliographiques (littérature), les banques de données d'exposition et les matrices emploi-exposition.

#### Littérature

On retrouve une riche littérature scientifique sur l'exposition au formaldéhyde. Une synthèse avait été publiée en 1985 par Gérin et coll. (1). Une synthèse plus récente à partir des données publiées dans la littérature d'hygiène industrielle a été effectuée dans le cadre de la monographie IARC sur cette substance (2). D'autre part il ne faut pas négliger les données de la littérature grise, comprenant notamment les Health Hazard Evaluation reports de NIOSH disponibles sur cédérom (3) ainsi que divers rapports provenant d'organismes gouvernementaux ou privés accessibles suite à une recherche approfondie faisant appel à des banques de données spécialisées. À titre d'exemple on peut noter un rapport du ministère du travail du Manitoba sur l'exposition au formaldéhyde dans les cabinets de dentistes (4).

#### Banques de données d'exposition

On retrouve diverses banques de données nationales sur l'exposition aux substances toxiques en Amérique du Nord et en Europe (5; 6). Les résultats portant spécifiquement sur le formaldéhyde peuvent facilement en être extraits.

#### États-Unis

OSHA aux États-Unis compile depuis les années 70 les résultats d'échantillonnage des contaminants réglementés effectués par ses inspecteurs dans la banque de données Integrated Management Information System (IMIS). Les données sont classées par code d'activité économique (SIC), par substance et par poste de travail (7). Les données sont disponibles sur demande écrite (réponse de R. Luldow dans le groupe de discussion Safety dans Internet suite à une question de D. Begin, 99/07/10). D'autre part la base NOES tirée d'une enquête représentative menée par NIOSH aux États-Unis entre 1981 et 1983 est disponible sous forme d'une matrice emploi-exposition (8). Les évaluations d'exposition n'intègrent pas cependant de dimension quantitative quant au niveau d'exposition.

Europe (Finlande, France)

La base de données FINJEM (Finish Job-Exposure Matrix) contient des estimations spécifiques à des emplois quant à la probabilité et au niveau d'exposition professionnelle pour les substances toxiques dont le formaldéhyde. Notons que la Finlande est un pays nordique de la taille du Québec, possédant une importante industrie du bois. FINJEM contient des données d'hygiène industrielle, des informations sur les professions et l'occurrence de l'exposition ainsi qu'une description des locaux de travail pour chaque estimation (9). Notre équipe de recherche est en contact avec le responsable de FINJEM; les données sur le formaldéhyde seraient disponibles pour les besoins de notre recherche. Notons que les évaluations présentées dans FINJEM sont le fruit d'un processus d'expertise intégrant des données de mesurage et le jugement de spécialistes de chaque substance.

La banque de données COLCHIC rassemble les données d'exposition professionnelle aux substances toxiques recueillies par les équipes locales de santé au travail en France (Caisses régionales d'assurance maladie). Cette banque est semblable à celle de l'IRSSST mais contient en plus les codes professionnels et la nature des prélèvements (personnel ou poste fixe). Carton rapporte que la banque de données COLCHIC contient 2 684 mesurage de formaldéhyde dans 304 usines dont 1246 en poste personnel dans 170 usines et 1 295 en poste fixe dans 229 usines. Les secteurs industriels dont la médiane des résultats d'échantillonnage dépasse  $0,5 \text{ mg/m}^3$  de formaldéhyde sont les suivants: fabrication du feutre, de boutons, d'emballage, presse d'aggloméré, laboratoires (10). Des données brutes ont déjà été obtenues de COLCHIC par notre équipe de recherche au début des années 90. La disponibilité actuelle de telles données relatives au formaldéhyde reste à être confirmée.

Le ministère du travail en France a réalisé en 1994 l'enquête SUMER (surveillance médicale des risques). Cette enquête transversale a fait appel à 1 205 médecins du travail qui ont interrogé 48 190 travailleurs à l'aide de questionnaires sur l'ensemble de leurs activités professionnelles dans la dernière semaine travaillée (11). Les travailleurs questionnés constituent un échantillon statistiquement représentatif de la population de salariés. Le médecin devait notamment répertorier les expositions chimiques au poste de travail. Le formaldéhyde est regroupé au sein de la catégorie générale des aldéhydes dont il constitue cependant le représentant le plus abondant. Notons par ailleurs que l'État français reconnaît officiellement les maladies professionnelles causées par le formaldéhyde (tableau 43 du régime général et tableau 28 du régime agricole) de sorte qu'il est possible de penser que les médecins du travail connaissent particulièrement bien les conditions de travail reliées à l'exposition à cet aldéhyde. Ces données sont accessibles sous forme de données brutes ou de matrice emploi-exposition.

### Matrices emploi-exposition épidémiologiques

Pour des fins épidémiologiques divers chercheurs ont mis au point dans les dernières années des tableaux croisés activité-profession-exposition incluant le formaldéhyde: cancers professionnels à Montréal (12), cancers du larynx en Europe (13), enquête

internationale sur les cancers du nez (14), système Repaire en France (15). Cependant ces matrices sont caractérisées par la nature rétrospective et non quantitative des évaluations.

### Conclusion

Parmi les diverses sources citées dans cette annexe, il faut souligner l'importance des sources documentaires, lesquelles permettent habituellement de porter un jugement sur la validité des données présentées. Parmi les bases de données, IMIS et FINJEM paraissent particulièrement prometteuses à cause de la proximité des États-Unis et de la nature récente des données dans le cas d'IMIS et de l'expertise intégrée dans les données de FINJEM. Les données de SUMER, de COLCHIC, de NOES et des matrices emploi-exposition épidémiologiques valent la peine d'être examinées de manière qualitative pour l'identification de situations potentielles d'exposition, notamment au niveau des professions. Pour chaque type de source d'information il faut cependant faire preuve de jugement en reconnaissant les limites.

### Bibliographie

- [1] Gérin, M.; Nadon, L.; Bergeret, A. (1985) Le formaldéhyde en milieu de travail - Revue générale. **Travail et santé** 1(2):S34-S42
- [2] IARC (1995) **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 62, Wood Dust and Formaldehyde**. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, Lyon
- [3] NIOSH (1997) **NIOSH Health Hazard Evaluations CD-ROM**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (DHHS (NIOSH) Publication No. 97-144), Cincinnati, OH
- [4] Korczynski, R. (1994) **Formaldehyde Exposure (WHMIS/WHHR) in Dental Offices**. Manitoba Labour, Workplace Safety & Health Branch, Occupational Hygiene Unit, Winnipeg
- [5] European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (1995) **The European Health and Safety Database: summaries of descriptions of systems for monitoring health and safety at work from the HASTE database**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- [6] Sevilla, J.M. (1993) **International Directory of Databases and Data Banks in Occupational Health**. World Health Organization, International Commission on Occupational Health, Geneva.
- [7] Stewart, P.A.; Rice, C. (1990) A Source of Exposure Data for Occupational Epidemiology Studies. **Applied Occupational and Environmental Hygiene** 5(6):359-363.
- [8] Sieber, K.; Seta, J.; Young, R. (1992) *A Job Exposure Matrix for Identification of Potential Exposures in Occupational Settings*, In: **9th International Symposium: Epidemiology in Occupational Health**, Cincinnati, Ohio, 23-24 September 1992, pp. 259. National Institute for Occupational Safety and Health and University of Cincinnati, Book of Abstracts

- [9] Kauppinen, T.; Toikkanen, J.; Pukkala, E. (1998) From Cross-Tabulations to Multipurpose Exposure Information Systems: A New Job-Exposure Matrix. **American Journal of Industrial Medicine** 33:409-417
- [10] Carton, B. (1995) COLCHIC Chemical Exposure Database: Information on Lead and Formaldehyde. **Applied Occupational and Environmental Hygiene** 10(4): 345-350
- [11] Heran-Leroy, O.; Sandret, N. (1996) *Une enquête sur la surveillance médicale des risques (SUMER 94)*. In: **Bilan annuel sur les conditions de travail, 1996**, pp. 111-139. Conseil supérieur de la prévention des risques professionnels, Ed. Ministère du travail et des affaires sociales, Direction des relations du travail, Paris
- [12] Gérin, M.; Siemiatycki, J.; Kemper, H.; Begin, D. (1985) Obtaining Occupational Exposure Histories in Epidemiologic Case-Control Studies. **Journal of Occupational Medicine** 27(6):420-426
- [13] Ferrario, F.; Continenza, D.; Pisani, D.; Magnani, C.; Merletti, F.; Berrino, F. (1988) *Description of a job-exposure matrix for sixteen agents which are or may be related to respiratory cancer*. In: **Progress in occupational epidemiology**, pp. 379-382. C. Hogstedt; C. Reuterwass, Ed. Elsevier Science Publishers B.V. (Biomedical Division), Amsterdam
- [14] Gérin, D.; Begin, D.; Orłowski, E.; Demers, P.; Leclerc, A.; Luce, D. (1997) *Development of a Job-Exposure Matrix for Nasal Cancer*. In: **12th International Symposium on Epidemiology in Occupational Health**, Harare, Zimbabwe, 16-19 September 1997
- [15] Hours, M. (1990) Une banque de données sur les expositions professionnelles. **Archives des maladies professionnelles** 51(3): 192-193

## ANNEXE 2

### Étude préliminaire - Évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde (Fabrication et utilisation)

#### Volet économique: Méthode et inventaire des éléments

**Pierre Lefebvre et Stéphane Pallage**  
**Département des sciences économiques**  
**Université du Québec à Montréal**

**Mai 1999**

#### **1. Introduction**

Cette étude préliminaire vise à déterminer la faisabilité d'une évaluation de l'impact au Québec d'un abaissement des normes régissant l'exposition au formaldéhyde en milieu de travail. La norme en vigueur aujourd'hui au Québec *est fixée à la valeur plafond* de 2 ppm (parties par million). L'étude devrait évaluer l'impact d'un abaissement de cette norme à de nouvelles valeurs plafond ou d'exposition moyenne pondérée (VEMP), soient 1 ppm, 0,75 ou 0,3 ppm. Dans le volet économique, nous précisons la méthodologie de cette étude d'impact et faisons l'inventaire de tous nos besoins au vu de cette méthodologie, ainsi que des éléments dont nous disposons déjà à l'heure actuelle.

La méthodologie est simple. Elle repose sur les techniques de l'analyse avantages-coûts élémentaire, et consiste à énumérer et quantifier l'ensemble des avantages et des coûts économiques pour la société d'une modification donnée d'une politique. Bien sûr, toute la difficulté d'une telle étude repose sur l'évaluation monétaire de chacun des éléments du calcul économique. C'est essentiellement sur ce point que se base le présent rapport de faisabilité.

Nous commençons par situer l'étude dans son contexte général et faisons état d'études similaires aux États Unis. Nous décrivons la méthodologie économique en section 3, énumérons les éléments essentiels à l'étude en section 4 ainsi que les sources existantes. Nous concluons en section 5.

#### **2. Le contexte général**

Selon une étude de l'Occupational Safety and Health<sup>1</sup> Administration américaine (OSHA), une exposition à diverses concentrations de formaldéhyde peut avoir les conséquences immédiates suivantes:

---

<sup>1</sup> OSHA (1990). Directive CPL 2-2 52 - *Enforcement Procedure for Occupational Exposure to Formaldehyde*

- 0,1 - 2 ppm: irritations aux yeux, au nez et à la gorge;
- 3-5 ppm: irritations des yeux allant jusqu'à causer des larmes;
- 10 - 20 ppm: brûlures au nez et à la gorge, toux, difficultés respiratoires.
- 25 - 100 ppm: problèmes respiratoires graves;
- > 100 ppm: dangereux pour la vie.

Aux États-Unis, jusqu'en 1987, la norme était la suivante:

- Limite de 3 ppm d'exposition (valeur d'exposition admissible [VEA]) calculée comme une moyenne pondérée sur 8 heures [VEMP];
- Limite de 10 ppm à ne jamais dépasser (peak allowable exposure);
- Limite d'exposition à court terme [VECD] (15 minutes) de 5 ppm.

En 1987 une nouvelle norme est proposée par l'OSHA, qui élimine le «peak allowable exposure», remplace la limite de 3 ppm en moyenne sur 8 heures [VEMP] par une limite de 1 ppm, et la limite d'exposition à court terme de 5 ppm par une limite de 2 ppm. En outre, l'OSHA impose la mise en place de procédures de surveillance et de suivi lorsque l'exposition dépasse 0,5 ppm (mesurée par la VEMP); la communication et la divulgation des risques associées à l'exposition; et la mise en place de programmes de formation des employés.

Le règlement fut contesté en Cour par des entreprises utilisatrices du produit et des associations d'employés. La Cour d'Appel confirme le règlement mais jugeait que l'OSHA n'avait pas suffisamment pris en considération dans son estimation des bénéfices le risque potentiel du formaldéhyde comme produit cancérigène et elle notait l'absence de dispositions concernant le retrait médical avec compensation monétaire. En 1992, l'OSHA amendait son règlement en réponse à la Cour et, après recommandations des parties impliquées, retenait les changements suivants:

1. une VEMP de 0,75 ppm (plutôt que de 1 ppm);
2. une disposition supplémentaire concernant le retrait pour les employés souffrant d'irritations et de sensibilité à la formaldéhyde;
3. des exigences accrues quant à la divulgation et aux informations concernant les risques associés à l'exposition;
4. une formation annuelle pour tous les employés exposés à une limite égale ou supérieure à 0,1 ppm.

Le retrait est assujéti à une protection économique du travailleur concerné. Il implique pour l'employeur l'obligation d'offrir à l'employé un poste alternatif au sein de la firme. Dans les cas où ceci n'est pas possible, pour des firmes de petite taille par exemple, la disposition prévoit néanmoins le retrait pour une période d'au plus six mois avec pleine compensation financière et évolution normale de l'employé dans l'organisation (notamment préservation de tout privilège dû à la séniorité).

---

<sup>2</sup> OSHA (1991). Federal Register #567:32302-Response to Court Remand for Proposed Rule on Occupational Exposure to Formaldehyde.

L'OSHA considère que les amendements de 1992 relativement à la VEA sont technologiquement réalisables aux États-Unis. Cette conclusion repose sur leur étude de 1987 concernant les seuils d'exposition au formaldéhyde par secteurs (moins de 5% des travailleurs étaient soumis à une VEMP de 0,75 ppm à 1 ppm et l'hypothèse que suite au règlement de 1987 les entreprises avec une VEA égale ou supérieure à 1 ppm atteindraient le seuil de 0,75 ppm. D'autre part, l'OSHA considère, selon son estimation monétaire des différentes dispositions, que le coût du règlement (de 1987 et les dépenses supplémentaires engendrées par les modifications de 1992) est inférieur au seuil critique de la «règle majeure» (effet de 100 millions de dollars ou plus) et qu'il n'entraîne pas d'effets négatifs significatifs (pour l'économie, un secteur d'activité ou une entreprise, etc.). Enfin, l'OSHA estime que les dispositions de 1992 permettraient d'éviter entre 0,2 et 72 (et entre 0,004 et 79) cancers sur un horizon de 45 ans avec le seuil de 0,75 ppm (avec la formation annuelle).

Au Québec, dans la mesure où la limite d'exposition permise est de 2 ppm se pose la question d'adopter une norme plus contraignante, sa faisabilité technologique, ses conséquences économiques et ses bénéfices.

### **3. Méthodologie**

Une étude de l'impact d'un changement de règlement et de ses dispositions met en jeu plusieurs composantes dont pour la plupart il faut estimer les paramètres, l'ampleur, la taille ou la valeur.

Dans cette étude, nous ferons usage des techniques de l'analyse avantages-coûts. Celle-ci comprend deux parties principales:

1. l'identification de toutes les sources potentielles de coûts liés à l'abaissement de la norme, de même que des sources de bénéfices potentiels, ceux-ci étant principalement constitués de coûts évités du fait de l'abaissement de la norme;
2. l'évaluation monétaire de chacune des composantes des coûts et bénéfices.

Au terme de ces deux étapes, la désirabilité de la réforme peut être mesurée par l'excédent des revenus sur les coûts.

Pour procéder à cette analyse avantages-coûts, il est nécessaire d'obtenir un bilan quantitatif et qualitatif de tous les éléments suivants:

- A) Population concernée: profils des employés exposés (nombre d'emplois et mobilité des employés), secteurs d'activité et nombre d'entreprises par niveau d'exposition.

B) Impact des mécanismes autres que réglementaires: comités santé-sécurité au travail, retraits de l'emploi avec compensation, inspections, mesures de surveillance.

C) Faisabilité technologique: identification du nombre d'entreprises qui peuvent avoir des problèmes d'exposition structurels (absence de contrôles de génie mécanique) ou inhérents aux processus de fabrication ou d'utilisation.

D) Coûts

i) Contrôles de génie mécanique: capital (ventilation/échappement) et coût d'opération.

ii) Utilisation de résines avec faible émission d'urée-formaldéhyde.

iii) Améliorations des «façons de faire» et entretien des équipements.

iv) Retraits pour raisons médicales.

v) Formation et information.

vi) Modifications des appareils et des procédures de suivi du niveau limite d'exposition.

vii) Charge économique sur le réseau de la santé pour les soins qui ne sont pas pris en compte par le réseau SST.

viii) Détérioration de la performance du procédé (modifications de procédés)

E) Bénéfices

i) Réduction des irritations respiratoires et du temps de travail perdu (amélioration de la productivité et diminution des compensations monétaires)

ii) Amélioration de l'information sur les risques d'exposition aux produits chimiques dans les milieux de travail.

iii) Réduction des risques de cancers (selon les paramètres du modèle de «risque animal» retenu par l'OSHA).

iv) Amélioration de la performance du procédé (modifications de précédés)

F) Détermination d'un seuil d'impact majeur (coût pour l'économie, secteur d'activité, concurrence, emplois, productivité).

#### **4. Inventaire des éléments de l'étude**

Cette section illustre l'application de la méthode au cas américain. Les différentes informations disponibles y sont identifiées.

##### **4.1 Exposition au formaldéhyde aux États-Unis: estimations des industries, des établissements, des employés et des niveaux**

L'OSHA, pour établir sa norme de 1987 d'exposition au formaldéhyde en milieu de travail, s'est appuyé sur une étude d'impact (Regulatory Impact Analysis-RIA). Celle-ci présentait un bilan de la situation concernant l'exposition en milieu de travail ainsi qu'une estimation des coûts qu'entraînerait le respect de cette nouvelle norme. La révision en 1991 de la norme s'est aussi accompagnée d'une nouvelle étude d'impact. Cependant, pour l'essentiel les informations sur lesquelles se fondent le nouveau seuil d'exposition sont celles de 1987 ajustées par les hypothèses suivantes: (1) que tous les «établissements» se sont conformés à la norme de 1987; (2) les niveaux d'exposition ce sont ajustés en réaction à la norme.<sup>3</sup> Il sera utile pour baliser l'impact d'un changement de norme au Québec d'examiner la situation américaine puisque le formaldéhyde est sans doute présente dans les mêmes secteurs d'activité économique. En d'autres mots, l'analyse américaine balise le champ d'industries qui sont à risque d'exposition au formaldéhyde.

Le tableau 1 présente une estimation du nombre d'établissements et d'employés exposés au formaldéhyde en 1987 aux États-Unis. L'estimation est désagrégée en fonction de la classification type des industries et pour trois plages d'exposition. Trois groupes d'industries sont identifiées selon qu'un ou plusieurs établissements de l'industrie à laquelle ils appartiennent se trouvent dans plus d'une classe d'exposition. Par exemple, dans la partie 1, sont identifiées des industries où il y a des établissements avec un niveau d'exposition au formaldéhyde supérieur à 1 ppm. Alors que dans la partie 3, tous les établissements des industries recensées ont un niveau d'exposition inférieur à 0,5ppm.

Plusieurs remarques méthodologiques peuvent être faites en marge de ce bilan.

1. La plupart de ces industries ont une contrepartie au Canada et au Québec.<sup>4</sup> Ce qui permet d'établir un parallèle entre les États-Unis et le Québec.
2. Le bilan américain, pour ce qui est des établissements et de leurs employés, repose sur une enquête qui est conduite également chaque année au Canada soit le recensement des industries manufacturières.<sup>5</sup> L'estimation américaine ne retient donc comme employés exposés au formaldéhyde que les travailleurs de la production et assimilés à l'exclusion des employés salariés de l'administration, de bureau et le personnel hors fabrication. On doit noter que le nombre d'employés à la production est toujours supérieur au nombre d'employés considérés comme effectivement exposés.
3. Hors du secteur manufacturier, il n'y a pas vraiment d'autres secteurs d'activité économique identifiés comme ayant un niveau positif d'exposition au formaldéhyde

---

<sup>3</sup> La stratégie de l'OSHA de fixer une cible d'exposition repose sur l'hypothèse que les employeurs réduisent le niveau d'exposition pour atteindre un niveau correspondant à 75% de la norme requise.

<sup>4</sup> La nomenclature des industries du tableau 1 provient de Statistique Canada, "Concordance entre les classifications types des industries du Canada et des États-Unis", catalogue 12-575F.

<sup>5</sup> Statistique Canada, "Industries manufacturières du Canada: niveaux national et provincial", catalogue 31-203-XPB.

sauf pour quelques activités évidentes comme certains laboratoires en milieu de la santé et de l'enseignement ou les maisons funéraires.<sup>6</sup> Les estimations d'exposition au formaldéhyde dont on dispose au Québec (voir plus bas) indiquent que, si la plage d'exposition la plus faible est retenue (entre 0 et 0,3ppm), plusieurs secteurs d'activité hors de l'industrie manufacturière telle que définie conventionnellement ont des employés exposés au formaldéhyde. La RIA de 1987 utilisée par l'OSHA n'a pu être consultée pour la présente étude. Il est donc difficile de dire si ce bilan est le résultat de choix méthodologiques ou de contraintes sur les informations disponibles concernant les niveaux d'exposition en milieu de travail.

4. En 1987, l'OSHA considérait qu'environ 2,2 millions d'employés étaient exposés au formaldéhyde, moins de 1% à plus 1 ppm, 9% avec un niveau d'exposition entre 0,5ppm et 1,0ppm et le reste, soit 90% à un niveau inférieur à 0,5ppm. Les travailleurs les plus exposés se trouvaient dans un nombre limité d'industries (7 secteurs au total).

Le tableau 2 présente la situation qui, selon l'OSHA, prévalait en 1991. L'estimation, en pratique, résulte d'un ajustement mécanique de celle de 1987 (tableau 1). L'OSHA suppose que: (1) tous les travailleurs dont le niveau d'exposition était supérieur à 1, 0 ppm en 1987, sont exposés en 1991 à un niveau de 0,75ppm; et (2) certaines industries (laboratoires, habillement-produits du textile, production de formaldéhyde) sont sous le seuil de 0,75ppm à la suite de l'adoption de méthodes de travail différentes pour se conformer à la norme de 1,0ppm. De sorte que, en 1991, l'OSHA estimait que 1,95 millions de travailleurs étaient exposés à un niveau entre 0, 1 ppm et 0,5ppm. Pour les autres travailleurs, 60% (122 554) subissaient un niveau d'exposition entre 0,5ppm et 0,75ppm et pour 40% (83 818) le niveau se situait entre 0,75ppm et 1,0ppm. L'estimation du coût de respecter la norme de 1992 présenté plus bas repose sur ces dernières informations et, en particulier, sur le nombre d'établissements.

## **4.2 Première identification des industries québécoises avec exposition potentielle au formaldéhyde**

Il est vraisemblable qu'il existe une relative similitude entre les États-Unis et le Canada dans les technologies de production et, par conséquent, d'utilisation du formaldéhyde. L'identification des secteurs d'activité et la hiérarchie d'exposition au formaldéhyde qui se dégagent de l'analyse de l'OSHA permettent d'établir un premier point de repère pour identifier les travailleurs potentiellement exposés. C'est-à-dire, qu'il est possible d'établir la concordance entre les classifications types des industries (CTI). Ensuite, il pourra en découler une estimation du nombre d'établissements et d'employés de ces industries dans la mesure où il y a de fait exposition au formaldéhyde.

---

<sup>6</sup> Les maisons funéraires sont classées dans le tiers supérieur des industries parce que certains établissements dépassaient la VEMP admissible.

Le tableau 3 établit la concordance entre les CTI du Canada et des États-Unis. Les industries de la CTI du Canada ont été regroupées, en première approximation, selon les classes d'exposition américaine (parties 1 à 3).

Les informations du tableau conduisent à trois remarques méthodologiques. Premièrement, il n'y a pas toujours de correspondance univoque entre les industries. La principale conséquence est un élargissement du champ des industries canadiennes qui devraient être considérées comme à risque d'exposition. Deuxièmement, il y a quelques ambiguïtés (deux industries sans concordance de CTI au Canada)<sup>7</sup> et incongruités (dernier chiffre du CTI erroné ou inexistant dans la table de concordance). Cependant, compte tenu du niveau d'exposition faible observé aux États-Unis pour ces industries, ces dernières imprécisions ne font pas problème.

### 4.3 Estimations des niveaux d'exposition au formaldéhyde au Québec

L'utilisation des informations concernant les niveaux d'exposition au formaldéhyde est la deuxième piste à suivre pour établir les travailleurs qui sont à risque. On dispose d'observations sur le niveau mesuré d'exposition dans certains établissements au Québec qui peuvent être regroupés selon la CTI. Ces mesures viennent de la banque de données de la Santé publique (SMEST) couvrant les années 1994-1997 et de la banque de données de l'Institut de recherche en santé et sécurité sur le travail (IRSST) qui couvre les années 1990-1998.

Le tableau 4 présente, la répartition en pourcentage par plage de niveaux d'exposition au formaldéhyde, le nombre d'observations (de mesures) disponibles et regroupées par secteur d'activité. Les informations du SMEST et de l'IRSST sont présentées en parallèle par secteur d'activité (CTI). Le classement des industries ne suit pas de logique particulière, sauf d'abord l'ordre décroissant du nombre d'observations du SMEST; ensuite apparaissent les industries pour lesquelles seule la banque de données de l'IRSST contient une estimation d'exposition; puis, en fin de tableau, sont regroupés certains secteurs d'activité de services, notamment de la santé.<sup>8</sup>

Quatre constats se dégagent des informations du tableau 4.

- Premièrement, il y a une relative convergence dans les estimations des niveaux d'exposition dans les deux banques de mesures lorsque l'estimation porte sur les mêmes secteurs et que le nombre d'observations est élevé.

---

<sup>7</sup> CTI2642 (enveloppes) et CTI3292 ("gaskets, sealing devices").

<sup>8</sup> La banque de données de l'IRSST contient aussi pour une vingtaine de secteur d'activité appartenant surtout aux services une seule mesure (observation) d'exposition. Elles ne sont pas présentées car le niveau d'exposition est faible (<0,3ppm) et la mesure pouvant être jugée peu robuste.

- Deuxièmement, sur la centaine de secteurs d'activité pour lesquels il y a des mesures d'exposition, indépendamment du nombre d'observations et de la contre validation des réponses par les deux banques de données, environ 20 (25) secteurs se caractérisent par un degré d'exposition supérieur à 2ppm (entre 1 ppm et 2,0ppm).
- Troisièmement, la distribution des plages d'exposition est fortement concentrée dans les deux classes inférieures.
- Quatrièmement, les mesures estimées identifient un nombre plus grand de secteurs où les travailleurs sont à risque d'exposition au formaldéhyde que dans l'étude de l'OSHA. Se pose alors la question de savoir si certains secteurs méritent d'être retenus lorsque les deux conditions suivantes seraient réunies: nombre très faible d'observations et la totalité des observations indiquent un faible degré d'exposition (moins de 0,3ppm).<sup>9</sup>

#### **4.4 Concordance entre industries/secteurs à risque d'exposition aux États-Unis et au Québec**

Les informations présentées dans les dernières sous-sections ne sont pas toujours les mêmes et exactement chevauchantes. Le tableau 5 fait une synthèse des informations disponibles et manquantes lorsque les secteurs d'activité à risque d'exposition sont mis en parallèle. Les deux premières colonnes présentent la liste concordante des industries à risque aux États-Unis et au Québec.<sup>10</sup> Les deux dernières colonnes indiquent si le degré d'exposition est connu et, le cas échéant, les niveaux d'exposition (selon la source et le nombre d'observations). Verticalement, le tableau reprend en premier lieu le classement des industries selon les niveaux américains d'exposition (parties 1 à 3) et, en deuxième lieu, les industries ou les secteurs québécois caractérisés comme étant exposés.

Pour les fins de l'estimation des secteurs exposés aux risques de formaldéhyde, le tableau fait ressortir les points suivants:

1. En supposant que le bilan américain identifie bien et classe correctement par niveau les industries à risque d'exposition, il apparaît que les estimations dont on dispose sur les niveaux d'exposition au Québec sont relativement complètes pour les industries potentiellement les plus exposées (partie 1: 0,75ppm à +1ppm). À cet égard, l'examen de l'ensemble du tableau suggère que ce sont les secteurs associés directement ou indirectement à la transformation des produits du bois qui ont la plus grande fréquence de niveaux d'exposition élevés.

<sup>9</sup> Le secteur des services personnels fait problème car il est difficile de connaître avec précision le nombre d'employés potentiellement exposés au formaldéhyde.

<sup>10</sup> Par convention méthodologique dans cette étude les industries à risque aux États-Unis sont celles retenues par l'étude de l'OSHA. Au Québec les industries à risque par la logique de la démarche suivie sont les secteurs similaires et ceux qui, sans nécessairement appartenir à cette première catégorie, ont une ou plusieurs mesures d'exposition au formaldéhyde.

2. Pour les secteurs potentiellement à risque d'exposition intermédiaires (partie 2: 0,5ppm à 1ppm) - notamment ceux associés à la transformation du textile et l'habillement selon le bilan américain - les informations sont plus limitées.
3. Pour les secteurs potentiellement à risque plus faible (partie 3: 0,1 ppm à 0,5ppm) par rapport au bilan américain, il y a plusieurs industries où il n'y a pas d'estimations de l'exposition, abstraction faite des services du secteur de la santé.
4. Pour les secteurs d'activité identifiés par le biais de prises de mesures d'exposition (SMEST ou IRSST), pour la plupart les risques d'exposition sont faibles (moins de 0,75ppm). Comme il a déjà été souligné les industries associées à la transformation du bois se distinguent nettement.

#### **4.5 Estimation du nombre d'établissements et d'employés à risque d'exposition**

La dernière étape pour réaliser l'analyse économique d'impact nécessite l'estimation du nombre d'employés exposés selon le niveau ainsi que le nombre d'établissements. L'estimation du nombre d'établissements et leur taille en termes d'employés est d'importance car une partie des coûts de respecter une norme plus exigeante dépend des équipements (voir la section suivante).

Plusieurs sources de données permettent une estimation du nombre d'employés exposés. Les différentes sources, leurs caractéristiques ainsi que leurs forces et faiblesses sont discutées dans un autre texte du groupe de travail. Pour les fins d'une étude d'impact économique, l'Enquête sur les industries manufacturières, conduite chaque année par Statistique Canada aux niveaux national et provincial, fournit l'essentiel des informations sur les secteurs industriels manufacturiers. Elle offre une estimation du nombre moyen d'employés à la production (qui sont parmi les travailleurs les plus susceptibles d'être exposés au formaldéhyde) et du nombre d'établissements en fonction de la taille des effectifs employés.<sup>11</sup> Cependant un établissement peut comprendre plus d'une usine.

Le tableau 6 présente le nombre d'établissements selon la taille des effectifs et le nombre d'employés à la production selon la CTI pour les industries identifiées précédemment en concordance avec l'étude de l'OSHA. Le tableau 7 présente les mêmes informations pour les autres industries avec mesures québécoises d'exposition au formaldéhyde.

Les deux tableaux attirent l'attention sur deux problèmes. Le premier est la taille faible ou encore la concentration élevée (en termes d'établissements) de certains secteurs d'activités qui conduisent Statistique Canada à masquer par agrégation les données concernant le secteur. Il est possible de circonscrire la difficulté en ayant recours aux

---

<sup>11</sup> Les autres sources donnent des informations sur une base d'entreprise (sauf la CSST) et ne permettent pas de distinguer les employés à la production des autres salariés de l'entreprise. Toutes les autres sources conduisent, à CTI égale, à des estimations plus élevées du nombre d'employés ou d'établissements.

sources de données autres que le Recensement des industries manufacturières. Le deuxième est la difficulté d'obtenir des informations fines sur le nombre d'employés québécois dans les secteurs d'activité autres que manufacturières. À titre d'exemple, dans le secteur des services de santé, les mesures de niveau d'exposition apparaissent non négligeables pour certains établissements. Cependant, ce ne sont pas tous les employés d'un hôpital qui sont potentiellement exposés mais, peut-on soupçonner, plutôt les employés travaillant dans les laboratoires.

Le tableau 8 présente une estimation du nombre d'employés au Québec selon le niveau d'exposition. L'estimation utilise les informations précédentes sur le nombre de travailleurs et les niveaux d'exposition par secteur. Pour chaque secteur, le tableau indique si on dispose ou non d'une ou de deux mesures d'exposition. Pour cet exercice fait à titre d'illustration de la méthode d'estimation, lorsque les deux mesures (SMEST et IRSST) existaient, celle qui indiquait les plus hauts niveaux d'exposition a été retenue, même si dans quelques cas le nombre d'observations était inférieur.

Le tableau trace un portrait des informations manquantes tant en ce qui concerne les employés que les mesures d'exposition.

#### **4.6 Coûts associés aux changements de normes aux États Unis**

Les coûts d'un changement de norme sont variés. Ils sont tout d'abord d'ordre technologique et consistent en achats de l'équipement nécessaire au respect de la nouvelle norme (par exemple des instruments de ventilations plus puissants). De tels instruments, en plus de leur coût d'acquisition ont un coût d'opération annuel dont il faut tenir compte. Respecter la norme implique également former les employés et les familiariser avec les procédures à mettre en œuvre en cas de dépassement. Le coût de cette formation doit entrer dans notre calcul, tout comme le coût de surveillance éventuelle, ce dernier coût étant d'ordre administratif. Évaluer le coût du changement de la norme implique que la nouvelle norme soit effectivement respectée, sans quoi le calcul serait totalement dépourvu de sens. Or, pour que la norme soit respectée, il est peut-être nécessaire de prévoir des mécanismes incitatifs, comme l'obligation de divulguer des informations sur l'exposition dans les milieux de travail concernés et la formation annuelle des employés. L'administration de ces mécanismes a un coût elle aussi dont il faut tenir compte.

Au tableau 9, nous présentons le coût estimé du respect de 1987 aux États Unis, selon les calculs de l'OSHA. Suite à la contestation du règlement en Cour, l'OSHA a réévalué le coût de l'adaptation à la norme amendée, ce qui supposait le passage d'une VEMP de 1ppm à une VEA de 0,75ppm. Les tableaux 10a et 10b font état du résultat de ces estimations, explicitées aux tableaux 11 et 12. Pour interpréter ces chiffres, il est important de se rappeler que l'OSHA fait l'hypothèse qu'en 1991, non seulement tous se sont ajustés à la norme de 1987, mais ont visé de surcroît des niveaux d'exposition égaux à 75% de cette norme.

Les coûts envisagés aux tableaux 10a et 10b sont de trois types principaux: les coûts d'équipement, les coûts de formation et les coûts du retrait. La lecture de ces tableaux se fait de la manière suivante. Prenons l'industrie des Fonderies, par exemple. Le coût de l'équipement (21,540 millions de \$) se décompose ainsi (voir tableaux 10a et 11):

- Les 1047 établissements dont le niveau d'exposition était avant 1987 supérieur à 1ppm ont, par hypothèse, déjà atteint les 0,75ppm. Pour eux le coût d'équipement est nul;
- Les 1435 établissements dont le niveau d'exposition avant 1987 était entre 0,5ppm et 1ppm, et qui respectaient la norme de 1987 par défaut, doivent cette fois s'ajuster à la nouvelle norme si leur niveau d'exposition se situe au dessus de 0,75ppm. En l'absence d'information plus précise, l'OSHA suppose que 50% d'entre eux sont dans cette situation. Le coût d'équipement pour ces derniers comprend l'achat d'instruments de ventilation (1 par machine, 3 machines par établissement, 10 000\$ par instrument de ventilation), soient  $718 \times 3 \times 10\,000 = 21\,540\,000\$$  qu'on retrouve au tableau 10a;
- On suppose à l'équipement acquis une durée de vie de 10 ans, ce qui donne, pour un taux d'actualisation de 10%, un coût annualisé de 3 506 000\$ (2<sup>e</sup> colonne du tableau 10a);
- Utiliser ces nouveaux instruments revient à 900\$ par instrument par an, soient  $718 \times 3 \times 900 = 1\,938\,600\$$  (3<sup>e</sup> colonne du tableau 10a).

Pour les Fonderies toujours, l'OSHA prévoit des coûts de formation de 397 961\$ et des coûts de retrait médical pour 279 162\$<sup>12</sup>. (le tableau 12 offre un calcul détaillé).

Bien sûr, les estimations de l'OSHA quant aux retraits sont faites *a priori*. Les tableaux 13a à 13c donnent un aperçu *a posteriori* cette fois de l'incidence des accidents de travail aux États Unis dus à l'exposition au formaldéhyde et impliquant pertes de jours de travail. L'incidence en soi ne nous renseigne que partiellement sur les indemnités payées et est muette en particulier quant au coût des problèmes de santé subis par les travailleurs exposés au formaldéhyde. Il n'empêche que la constatation suivante s'impose: de 1993 à 1996, en moyenne 76 accidents sur plus de 2 millions d'accidents annuels sont dus au formaldéhyde. Clairement, ceci représente une proportion infime des accidents de travail aux États Unis.

#### 4.7 Bénéfices associés aux changements de normes aux États Unis

Les avantages pécuniaires d'un abaissement des normes d'exposition au formaldéhyde sont essentiellement constitués de coûts évités tels que le coût de cancers évités et certains gains d'efficacité dus à la réduction des irritations. Le tableau 14 nous renseigne sur les calculs effectués par l'OSHA. Les points clés en sont les suivants:

---

<sup>12</sup> Bien que le respect de normes plus strictes doive en principe réduire le nombre de retraits médicaux, les normes de 1992 ont le potentiel d'augmenter la fréquence de ces retraits, ce qui induit un coût additionnel. De plus, le règlement prévoit, en cas de retrait l'obligation d'offrir à l'employé un poste alternatif au sein de la firme. Si ceci n'est pas possible, une compensation de 6 mois de salaire doit lui être offerte.

le coût social de cancers évités: l'OSHA estime que 151 cancers pourront être évités au cours des 45 années suivant le passage au standard de 1992;

le coût social des irritations respiratoires évitées: 2 156 801 travailleurs verront une amélioration de leurs conditions de travail selon l'OSHA. L'OSHA procède par projection: l'irritation au formaldéhyde affecte les travailleurs 125 jours par an, ce qui réduit l'activité et implique un coût de perte d'efficacité compris entre 5,5\$ et 23,5\$ par travailleur, par jour. Si 1% des personnes irritées sont retirées, le coût évité pour la société sera de:

*nombre d'employés x 1 % x taux de roulement x [5,5 23,5]\$ par jour x 125 jours.*

Le résultat serait un gain social compris entre 4,5 et 19,2 millions de \$<sup>13</sup>.

## 5. Résumé et conclusions

Nous nous sommes engagés à évaluer la faisabilité d'une étude sur l'impact économique de l'abaissement de la norme d'exposition au formaldéhyde au Québec. Nous avons décrit la méthodologie d'une telle étude et avons établi l'inventaire de tous les besoins. La réalisation d'une telle étude repose principalement sur trois types d'informations:

1. Le nombre d'employés potentiellement exposés au formaldéhyde et les conséquences (l'incidence) en termes de santé associées à différents niveaux d'exposition.
2. Le nombre d'établissements (d'unités) des secteurs d'activité économique potentiellement à risque d'exposition.
3. Une mesure des niveaux d'exposition au formaldéhyde selon les secteurs d'activité et les établissements. Idéalement, cette mesure doit être robuste. C'est-à-dire répétée et prise de façon aléatoire auprès des établissements et des employés potentiellement exposés.

L'inventaire des informations disponibles nous suggère que l'étude est faisable mais que la précision de ses résultats dépend de la précision des données dont nous disposerons. Deux types d'études sont envisageables:

L'une, pour laquelle l'information est déjà disponible et les données d'exposition collectées au Québec, exige un certain nombre d'hypothèses pour baliser les estimations de coûts et d'avantages.

L'autre impliquerait une collecte de données sur le terrain ou par voie d'enquête si on considère qu'il serait impérieux pour certains secteurs d'activité d'avoir des mesures d'exposition ou d'augmenter le nombre de

---

<sup>13</sup> Federal Register, Proposed Rules, Vol 56(135), July 15, 1991.

mesures d'exposition pour les secteurs considérés comme potentiellement à risque plus élevée d'exposition.

Le coût associé au second type d'étude serait bien entendu largement supérieur au coût du premier type.

Quoi qu'il en soit, pour réaliser cette étude d'impact, il sera important également de préciser les dispositions d'une nouvelle norme. Est-ce que l'évaluation d'impact doit couvrir la valeur plafond et la VEMP? À l'instar de la norme américaine, envisagera-t-elle des mesures de publication et de formation périodiques? Prévoira-t-elle des procédures de retrait médical? Toutes ces questions sont importantes pour l'évaluation des coûts de mise en application d'une norme sur l'exposition au formaldéhyde.

Tableau 1: Estimation des industries, du nombre d'établissements et d'employés exposés au formaldéhyde en 1987 selon le niveau d'exposition, États-Unis

CTI-Industries	Nombre d'établissements					Nombre d'employés à la production				
	Total	>1 ppm	0,5 à 1,0ppm	0,1 à 0,5 ppm	Total exposé	Total	> 1 ppm	0,5 à 1,0ppm	0,1 à 0,5ppm	Total exposé
<b>Partie 1: 0, 1 ppm à +1, 0 ppm</b>										
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	306	40	66	94	200	16 000	455	1 574	8 699	10 728;
2492(3?)-Produits en bois reconstitué	54	14	16	16	46	6 100	301	1 440	2 836	4 577
2499-Produits en bois nca	14	9	5	0	14	1 537	230	588	335	1 153
25-Meubles et articles d'ameublement	10 003	184	2 546	2 646	5 474	482 014	1 031	23 223	235 095	259 349
2821 -Matières plastiques et résines	440	35	31	31	97	32 800a	385	980	8 335	9 700
332, 336-Fonderies de fer et acier; Fonderies de métaux non ferreux-moulage	4 004	1 047	1 435	520	3 002	171 800	4 508	12 169	43 322	60 000
806, 807-Laboratoires médicaux	14 000	2 137	1 861	8 167	12 165	42 000a	6 269	5951	24 441	36 661
7261 -Maisons funéraires	15 126	0	0	15 000	15 000	76 026a	0	0	30 000	30 000
<b>Total</b>	<b>43 949</b>	<b>3 466</b>	<b>6 060</b>	<b>26 473</b>	<b>35 996</b>	<b>828 277</b>	<b>13 180</b>	<b>45 925</b>	<b>353 063</b>	<b>412 168</b>
<b>Partie 2: 0, 1 à 1, 0 ppm</b>										
226-Finissage-produits textile-sauf laine	723	0	685	0	684	42 900	0	19 125	10 296	29 423
23-Habillement-autres produits textile	24 391	0	5 737	17211	22 948	960 000	0	117 663	823 637	941 300
2869-Produits chimiques indus organi.	688	0	15	33	49	59 500	0	480	3 401	3 881
3079(?)-Produits en plastique	11 653	0	1 000	4 000	5 000	450 000	0	10 000	90 000	100 000
<b>Total</b>	<b>37 455</b>	<b>0</b>	<b>7 438</b>	<b>21 244</b>	<b>28 682</b>	<b>1 512 400</b>	<b>0</b>	<b>147 268</b>	<b>927 336</b>	<b>1 074 603</b>
<b>Total (1)+(2)</b>	<b>81 404</b>	<b>3 466</b>	<b>13 498</b>	<b>47 717</b>	<b>64 680</b>	<b>2 340 677</b>	<b>13 180</b>	<b>193 193</b>	<b>1 280 399</b>	<b>1 486 771</b>
<b>Partie 3: 0, 1 à 0, 5 ppm</b>										
2436-Placages&contreplaqués (résineux)	250	0	0	250	250	31 100	0	0	31 100	31 100
2611 -Usines des pâtes à papier	43	0	0	43	43	12 800	0	0	12 800	12 800
2621 -Usines de papier	299	0	0	299	299	100 100	0	0	100 100	100 100
2631 -Usines de carton	222	0	0	222	222	43 000	0	0	43 000	43 000
2642-Enveloppes	296	0	0	296	296	19 000	0	0	19 000	19 000
2653-Boîtes en carton-fibre ondulé	1 491	0	0	1 491	1 491	67 400	0	0	67 400	67 400
2865-Produits bruts cycliques/intermédi.	189	0	0	189	189	16 000	0	0	16 000	16 000
2851- Peintures et produits connexes	1 441	0	0	1 441	1 441	27 600	0	0	27 600	27 600
2873-Engrais azotés	152	0	0	152	152	6 300	0	0	6 300	6 300
2879-Produits chimiques agricoles nca	330	0	0	330	330	9 700	0	0	9 700	9 700
2891 -Adhésifs et produits de scellement	683	0	0	683	683	10 900	0	0	10 900	10 900
2899-Préparations chimiques nca	1 439	0	0	1 439	1 439	23 100	0	0	23 100	23 100
3291 -Produits abrasifs	374	0	0	374	374	17 000	0	0	17 000	17 000
3293-Gaskets, packaging, sealing devices	474	0	0	474	474	21 800	0	0	21 800	21 800
3296-Laine minérale	179	0	0	179	179	15 500	0	0	15 500	15 500
3634-Articles électro-ménagers&ventilat.	263	0	0	263	263	29 300	0	0	29 300	29 300
3643-Câblage porteur de courant	415	0	0	415	415	31 900	0	0	31 900	31 900
3644-Câblage non porteur de courant	226	0	0	226	226	18 100	0	0	18 100	18 100
3694-Matériel électrique de moteurs	433	0	0	433	433	32 300	0	0	32 300	32 300
3792-Construction maisons mobiles	1 655	0	0	1 655	1 655	11 200	0	0	11 200	11 200
7395(?)-Laboratoires de develop. photos	3 589	0	0	3 589	3 589	71 742	0	0	71 742	71 742
806-Hôpitaux (hémodialyse)	10 500	0	0	10 500	10 500	31 500	0	0	31 500	31 500
822-Enseignement (biologie)	22 575	0	0	22 575	22 575	28 950	0	0	28 950	28 950
822-Enseignement (anatomie vétérinaire)	19	0	0	19	19	38	0	0	38	38
<b>Total</b>	<b>47 537</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>47 537</b>	<b>47 537</b>	<b>676 330</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>676 330</b>	<b>676 330</b>
<b>Total 1+2+3</b>	<b>128 941</b>	<b>3 466</b>	<b>13 498</b>	<b>95 254</b>	<b>112 217</b>	<b>3 017 007</b>	<b>13 180</b>	<b>193 193</b>	<b>1 956 729</b>	<b>2 163 101</b>

Sources: Tableau 5, Federal Register, décembre 4, 1987, 46239; et pour la nomenclature française des industries, Statistique Canada, Concordance entre les classifications types des industries (CTI) du Canada et des États-Unis, Catalogue 12-575AF.

a: Tous les employés

?: Le dernier chiffre ne correspondant à la classification.

Tableau 2: Estimation des industries, du nombre d'établissements et d'employés exposés au formaldéhyde en 1991 selon le niveau d'exposition, États-Unis

CTI-Industries	Nombre d'établissements				Nombre d'employés			
	0,75 à 1,0 ppm	0,5 à 0,75 ppm	0,1 à 0,5 ppm	Total exposé	0,75 à 1,0 ppm	0,5 à 0,75 ppm	0,1 à 0,5 ppm	Total exposé
<b>Partie 1</b>								
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	33	73	94	200	787	1 242	8 699	10 728
2492(3?)-Produits en bois reconstitué	8	22	16	46	720	1 021	2 836	4 577
2499-Produits en bois nca	3	12	0	14	294	524	335	1 153
25-Meubles et articles d'ameublement	1 323	1 507	2 645	5 475	11 612	12 643	235 095	259 349
2821 -Matières plastiques et résines	0	51	46	97	490	875	8 335	9 700
332, 336-Fonderies-moulage	718	1 765	520	3 002	6 085	10 594	43 322	60 000
806, 807 -Laboratoires médicaux	0	3 998	8 167	12 165	0	12 220	24 441	36 661
7261 -Maisons funéraires	0	0	15 000	15 000	0	0	30 000	30 000
<b>Partie 2</b>								
226-Finissage-produits textile-sauf laine	0	685	0	685	0	19 125	10 296	29 423
23-Habillement-autres produits textile	2 869	2 869	17 211	22 948	58 831	58 831	823 637	941 300
2869-Produits chimiques insdus. organ.	500	16	33	49	0	480	3 401	3 881
3079(?)-Produits en plastique	0	500	4 000	5 000	5 000	5 000	90 000	100 000
<b>Partie 3</b>								
2436-Placages&contreplaqués (résineux)	0	0	250	250	0	0	31 100	31 100
2611 -Usines des pâtes à papier	0	0	43	43	0	0	12 800	12 800
2621 -Usines de papier	0	0	299	299	0	0	100 100	100 100
2631 -Usines de carton	0	0	222	222	0	0	43 000	43 000
2642-Enveloppes	0	0	296	296	0	0	19 000	19 000
2653-Boîtes en carton-fibre ondulé	0	0	1 491	1 491	0	0	67 400	67 400
2865-Produits bruts cycliques/interméd.	0	0	189	189	0	0	16 000	16 000
2851- Peintures et produits connexes	0	0	1 441	1 441	0	0	27 600	27 600
2873-Engrais azotés	0	0	0	0	0	0	0	0
2879-Produits chimiques agricoles nca	0	0	330	330	0	0	9 700	9 700
2891-Adhésifs et produits de scellement	0	0	683	683	0	0	10 900	10 900
2899-Préparations chimiques nca	0	0	1 439	1 439	0	0	23 100	23 100
3291 -Produits abrasifs	0	0	374	374	0	0	17 000	17 000
3293-Gaskets, packaging, sealing devices	0	0	474	474	0	0	21 800	21 800
3296-Laine minérale	0	0	179	179	0	0	15 500	15 500
3634-Articles électro-ménagers&ventilat.	0	0	263	263	0	0	29 300	29 300
3643-Câblage porteur de courant	0	0	415	415	0	0	31 900	31 900
3644-Câblage non porteur de courant	0	0	226	226	0	0	18 100	18 100
3694-Matériel électrique de moteurs	0	0	433	433	0	0	32 300	32 300
3792-Construction maisons mobiles	0	0	1 655	1 655	0	0	11 200	11 200
7395(?)-Laboratoires de dévelop. photos	0	0	3 589	3 589	0	0	71 742	71 742
806-Hôpitaux (hémodialyse)	0	0	10 500	10 500	0	0	31 500	31 500
822-Enseignement (biologie)	0	0	22 575	22 575	0	0	28 950	28 950
822-Enseignement (anatomie vétérinaire)	0	0	19	19	0	0	38	38
Total 1+2+3	5 453	11 496	95 117	112 066	83 818	122 554	1 950 429	2 156 801

Source: Tableau 1, Fédéral Register, 4 mai, 1992, 22300.

?: Le dernier chiffre ne correspondant à la classification.

Tableau 3: Concordance entre les classifications types des industries (CTI) du Canada et des États-Unis'  
De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers: CTI-Industries Canada 1980

**Partie 1:**

2435-Placages & contreplaqués (bois feuillu)

2492(3?)-Produits en bois reconstitué

2499-Produits en bois nca

25-Meubles et articles d'ameublement

2821-Matières plastiques et résines

332;336-Fonderies de fer et d'acier; Fonderies de métaux non ferreux-moulages

806;807-Hôpitaux; Laboratoires médicaux (pathologie, histologie, anatomie)

7261-Maisons funéraires et crématoriums

**Partie 2:**

226-Finissage-produits textile-sauf laine

23-Habillement et autres produits de textile

2869-Produits chimiques industr. organ. nca

3079(80?)-Produits en plastique divers, nca

**Partie 1:**

2521-Placages & contreplaqués (bois feuillu)

2592-Ind. des panneaux particules

2593- Ind. des panneaux de copeaux

2714- Ind. des panneaux de construction

2549\*- Autres inds. du bois travaillé

2599\*-Autres inds. du bois nca

2699\*-autres articles d'ameublement nca

19\*- Inds. des produits textiles

25\*-Inds. du bois

26\*-Meubles et articles d'ameublement

30\*-Fabrication des produits métalliques

32\*-Inds. du matériel de transport

39\*-Autres indus. manufacturières

3731\*-Mat. plastiques & résines synthétiques

291\*-Inds. sidérurgiques; 294-Fonderies de fer; 296\*,297\*- Laminage-moulage-extrusion d'aluminium et du cuivre, 299\*-Autre laminage, moulage des métaux

861-Hôpitaux; 399\*-Autres inds. de produits manufacturés, 868\*-laboratoires médicaux & de santé

9731-Salons funéraires; 9732\*-Cimetières & crématoriums

**Partie 2:**

181\*-Inds. des filés & tissus filés; 199\*-Autres inds. des produits textiles

19\*-Inds. des produits textiles; 24\*-Inds. de l'habillement; 32\*-Inds. du matériel de transport; 39\*-Autres inds. manuf.

1121\*-Ind. des produits de distillation; 3712\*-Produits chimiques organiques nca; 3799\*-Autres inds. produits chimiques

373\*-Mat. Plastiques & résines synthétiques

Tableau 3: suite et fin

**Partie 3:**

2436-Placages & contreplaqués (bois résineux)

2611-Usines des pâtes à papier

2621-Usines de papier

2631-Usines de carton

2642-Enveloppes(?)

2653-Boîtes en carton-fibre ondulé

2865-Produits bruts cycliques/intermédiaires

2851- Peintures et produits connexes

2873-Engrais azotés

2879-Produits chimiques d'usage agricole nca

2891-Adhésifs et produits de scellement

2899-Préparations chimiques nca

3291-Produits abrasifs

3293(?)-Gaskets, packaging, sealing devices

3296-Laine minérale

3634-Articles électro-ménagers & ventilateurs

3643-Câblage porteur de courant

3644-Câblage non porteur de courant

3694-Matériel électrique de moteurs

3792-Roulottes de tourisme et camping

7395(84?)-Laboratoires de développement photos

806(8092)-Hôpitaux-hémodialyse (Centre hémodi)

822-Enseignement (biologie)

822-Enseignement (anatomie vétérinaire)

**Partie 3:**

2522- Placages & contreplaqués (bois résineux)

2711-Ind. des pâtes à papier

2712-Ind du papier journal

2713\*-Ind. du carton

2719-Autres inds. du papier

2721\*-Ind. du papier-toiture asphalté

2733\*-Ind. des sacs en papier

2792\*-Ind. des produits en papeterie

2793\*-Produits de consommation en papier

2799\*-Autres produits en papier transformé nca

2713\*-Ind. du carton

2731\*-Ind. des boîtes pliantes & rigides

?(industrie non classée)

2732-Ind. des boîtes en carton ondulé

3712\*-Produits chimiques organiques nca

3799\*-Autres produits chimiques nca

3751-Ind. des peintures et vernis

3711\*-Produits chimiques inorganiques nca

3721\*-Ind. des engrais chimiques

3729-Autres produits chimiques agricoles

3799\*-Autres produits chimiques nca

3792-Ind. des adhésifs

3712\*-Produits chimiques organiques nca

3711\*-Produits chimiques inorganiques nca

3799\*-Autres produits chimiques nca

3791\*-Ind. des encres d'imprimerie

3599\*-Produits minéraux divers non métalliques

3099\*-Autres inds. de produits en métal nca

3571-Ind. des abrasifs

3761\*-Savons et composés pour le nettoyage

?(industrie non classée)

3594-Isolants de minéraux non métalliques

3071\*-Ind. du matériel de chauffage

3311\*-Petits appareils électriques

3399\*-Autres produits électriques nca

3379\*-Autre matériel élect. d'usage industriel

3392-Dispositifs de câblage sans courant

3251\*-Moteurs & pièces de véhiculiers

3252\*-Assemblages de câbles pour véhicules

3391\*-Ind. des accumulateurs

5529\*-Autres pièces-véhicule automobile, gros

3243\*-Remorques d'usage non commercial

2821\*-Clichage, composition & reliure

6571\*-Appareils & fournitures-photo, détail

861-Hôpitaux; 8639\*-Autres soins de santé hors inst.

852\*-Enseignement postsecondaire non-universitaire,

853-Enseignement universitaire

Source: Statistique Canada, Canada, Concordance entre les classifications types des industries du Canada et des États-Unis: CTI Canadienne 1980-CTI États-Unis 1987, Catalogue 12-575AF.

nca: non classée ailleurs. \*Plus d'une classe. ?: dernier chiffre du CTI erroné ou inexistant au Catalogue 12-575.

1. Le tableau suit le classement (les parties) des tableaux 1 et 2.

Tableau 4 : Répartition en pourcentage des niveaux mesurés d'exposition au formaldéhyde selon le nombre d'observations de la Santé publique (SMEST) 1994-1997 et de l'IRSST 1990-1998, Québec

CTI-Industries	Nbre: SMEST IRSST	>2 ppm	>1,0 à 2,0ppm	>0,75 à 1,0 ppm	>0,3 à 0,75ppm	>0,0 à 0,3ppm
2593-Ind. des panneaux de copeaux	222	-	2,7%	-	39,2%	58,1%
	563	2,0%	4,8%	3,4%	23,4%	66,4%
2542-Armoires de cuisine & salle de bains	146	-	-	1,4%	-	98,6%
	17	-	-	5,9%	-	94,1%
1 699-Autres produits, mat. plastiques nca	132	-	-	-	-	100%
	70	-	-	-	4,3%	95,7%
2719-Autres industries du papier	119	7,6%	10,1%	-	42,0%	40,3%
	52	19,2%	17,3%	5,8%	38,5%	19,2%
3099-Autres ind. de produits du métal nca	117	-	-	-	-	100%
	14	-	-	-	7,1%	92,9%
2611-Ind. des meubles de maison en bois	95	6,3%	22,1%	-	12,6%	58,9%
	57	3,5%	7,0%	1,8%	35,1%	52,6%
2521 -Placages & contreplaqués feuillus	56	16,1%	-	-	-	83,9%
	115	1,7%	0,9%	-	4,3%	93,0%
2544-Ind. d'éléments de charpente en bois	47	51,1%	23,4%	25,5%	-	-
	94	9,6%	9,6%	6,4%	48,9%	25,5%
2549-Autres ind. du bois travaillé	44	-	-	-	-	100%
	22	-	9,1%	9,1%	22,7%	59,1%
2819-Autres ind. d'impression commerciale	44	-	-	65,9%	34,1%	-
	16	-	-	31,3%	18,7%	50,0%
1691 -Industries des sacs en plastiques	43	-	-	-	-	100%
	28	-	-	-	-	100%
1072-Ind. pain & autres produits de boulan.	40	-	10,0%	-	-	90,0%
	8	-	-	-	-	100%
1661 -Ind. des contenants en mat. plastiques	30	-	-	-	-	100%
	28	-	-	-	-	100%
3571 -Industrie des abrasifs	24	-	-	-	-	100%
	9	-	-	-	-	100%
3731 -Mat. plastique & résine synthétique	24	-	-	-	100%	-
	31	3,2%	19,4%	3,2%	19,4%	54,8%
2522-Placages & contreplaqués résineux	18	-	33,3%	33,3%	33,3%	-
	27	-	-	-	3,7%	96,3%
3711-Produits chimiques inorganiques nca	18	-	-	5,6%	11,1%	83,3%
	16	-	-	-	12,5%	87,5%
1621 -Tuyaux en plastique	15	-	-	-	26,7%	73,3%
	11	18,2%	18,2%	-	-	63,6%
2962-Lamin., extrus., moulage de l'alu.	15	-	-	-	-	100%
	18	-	-	-	11,1%	88,9%
2599-Autres industries du bois nca	13	38,5%	-	-	38,5%	23,1%
	10	50,0%	10,0%	-	30,0%	10,0%

Tableau 4: suite

CTI-Industries	Nbre: SMEST IRSST	>2 ppm	>1,0 à 2,0ppm	>0,75 à 1,0 ppm	>0,3 à 0,75ppm	>0,0à 0,3ppm
2612-Ind. des meubles de maison rembour.	11	-	63,6%	-	36,4%	-
	9	-	-	33,3%	55,6%	11,1%
3211-Ind. d'aéronefs & pièces	10	-	-	-	10,0%	90,0%
	0	-	-	-	-	-
3041 -Revêtement de métal sur commande	9	-	-	-	-	100%
	0	-	-	-	-	-
1083-md. confiseries & chocolat	8	-	-	-	12,5%	87,5%
	0	-	-	-	-	-
2641-Ind. des meubles de bureau en métal	8	-	-	-	100%	-
	10	-	-	-	40%	60%
2695-Industrie des cadres	8	-	-	-	-	100%
	0	-	-	-	-	-
2699-Autres articles d'ameublement nca	8	-	-	-	100%	-
	25	4,0%	8,0%	8,0%	24,0%	56,0%
3792-Industrie des adhésifs	8	-	-	-	-	100%
	6	-	-	16,7%	33,3%	50,0%
2512-Scieries & ateliers de rabotage	7	-	28,6%	-	14,3%	57,1%
	24	-	-	-	-	100%
2619-Autres ind. du meuble de maison	7	-	28,6%	-	-	71,4%
	52	-	-	-	17,3%	82,7%
3081 -Ateliers d'usinage	6	-	-	-	16,7%	83,3%
	4	-	-	-	-	100%
1711-Tanneries	4	-	-	-	25,0%	75,0%
	3	-	-	-	-	100%
2642-Ind. des meubles de bureau en bois	4	-	-	-	25,0%	75,0%
	0	-	-	-	-	-
2711 -Ind. des pâtes à papier	4	-	-	-	25,0%	75,0%
	0	-	-	-	-	-
2732-Ind. des boîtes en carton ondulé	4	-	-	-	25,0%	75,0%
	5	-	-	-	-	100%
3359-Ind. autre matériel électronique	4	-	-	-	-	100%
	4	-	-	-	50,0%	50,0%
1021 -Ind. Transformation du poisson	3	-	100%	-	-	-
	0	-	-	-	-	-
2941 -Fonderies de fer	3	-	-	-	100%	100%
	21	-	-	-	19,0%	81,0%
3799-Autres produits chimiques nca	3	-	-	-	-	100%
	0	-	-	-	-	-
1099-Autres produits alimentaires nca	2	-	-	100%	-	-
	19	26,3%	5,3%	5,3%	5,3%	57,9%
3761-Savons et composés de nettoyage	2	-	-	-	-	100%
	10	-	-	-	10,0%	90,0%
1599-Autres ind. produits du caoutchouc	1	-	-	-	-	100%
	40	-	-	-	12,5%	87,5%
1712-Industrie de la chaussure	1	-	-	-	-	100%
	9	11,1%	-	11,1%	11,1%	66,7%

Tableau 4: suite

CTI-Industries	Nbre: SMEST IRSST	>2 ppm	>1,0 à 2,0ppm	>0,75 à 1,0 ppm	>0,3 à 0,75ppm	>0,0 à 0,3ppm
2454(1 ?)-Ind. des vêtements pour enfants	1	-	-	-	-	100%
	24	-	-	-	-	100%
3741 -Produits pharmaceutiques & médica.	1	-	-	-	-	100%
	10	20,0%	20,0%	-	-	60,0%
3771-Ind. des produits de toilette	1	-	-	-	-	100%
	2	-	-	-	-	100%
	IRSST:					
2591-Ind. de la préservation du bois	98	1,0%	1,0%	5,1%	23,5%	69,4%
3042-Ind. des récipients&fermeture en mét.	23	-	-	-	26,1%	73,9%
3931-Ind. des articles de sport	20	10,0%	10,0%	10,0%	25,0%	45,0%
2541-Ind. des bâtiments préfabriqués	12	-	-	-	16,7%	83,3%
3352-Ind. des pièces électroniques	7	-	14,3%	28,6%	14,3%	42,9%
3992-Ind. boutons, boucles pour vêtements	11	9%	-	-	-	91%
2543-Ind. des portes et fenêtres en bois	10	10%	-	-	50%	40%
2561-Ind. des boîtes et palettes en bois	10	-	-	-	90%	10%
2693-Ind. des meubles de jardin	4	-	75%	25%	-	-
2821-Clichage, composition, reliure	13	-	8%	-	8%	84%
2999-Autre laminage, moulage des métaux	4	-	-	-	-	100%
3997-Ind. articles pour bureaux et artistes	10	-	-	-	10%	90%
1713-Industries des valises&bourses& sacs	9	-	-	22%	78%	-
1811-Ind. des fibres synthétiques	5	-	-	20%	-	80%
1992-Ind. de la teinture des fibres synthé.	7	-	-	-	14%	86%
1999-Autres ind. de produits textiles	12	-	17%	8%	17%	58%
2731-Ind. des boîtes pliantes & rigides	2	-	-	-	-	100%
2733-Ind. des sacs en papier	9	-	-	-	11%	89%
2791-Ind. des papiers couchés ou traités	4	-	-	-	75%	25%
2799-Autres produits en papier trans. nca	13	-	-	-	-	100%
3255-Ind. des roues et freins automobile	4	-	-	-	25%	75%
3591-Ind. des produits réfractaires	12	-	-	-	-	100%
3394-Isolants de minéraux non métalliques	28	-	-	-	7%	93%
3299-Autres ind. du matériel de transport	8	-	-	-	-	100%
1049-Autres industries de produits laitiers	8	-	-	-	-	100%
1631 -Ind. des pellicules en plastiques	6	-	-	-	-	100%
1641- Ind. des produits en plastique stratifié	5	-	-	-	-	100%
1611-Ind. des produits en plastique mousse	4	-	-	-	-	100%
3371-Ind. des transformateurs électriques	4	-	-	-	-	100%
3381-Ind. des fils et câbles électriques	4	-	-	-	-	100%
3712-Produits chimiques organiques nca	16	-	50%	-	50%	-
3751-Ind. des peintures et vernis	7	-	-	-	-	100%
3071-Ind. du matériel de chauffage	2	-	-	-	-	100%
3392-Dispositifs de câblage sans courant	2	-	-	-	-	100%
1061-Ind. des aliments pour animaux(?)	2	100%	-	-	-	-

(?): titre ou CTI incorrect.

Tableau 4 : suite et fin

CTI-Industries	Nbre: SMEST IRSST	>2 ppm	>1,0 à 2,0ppm	>0,75 à 1,0 ppm	0,75ppm	>0,0 à 0,3ppm
0213-Services rel. à l'élevage des volailles	-	-	-	-	-	-
	5	20%	20%	20%	40%	-
7753-Services de laboratoire de recherche	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	20%	80%
5217-Commerce de gros des viandes	-	-	-	-	-	-
	3	-	33%	-	77%	-
5631 -Commerce de gros de bois de constr.	1	-	-	100%	-	-
5999-Autre commerce de gros	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	25%	50%
6571-Commerce de détail d'appareils photo	1	-	-	-	-	100%
	7	-	-	-	-	100%
6032-Pharmacies	2	-	-	-	-	100%
6521 -Fleuristes	31	-	-	33,3%	33,3%	33,3%
	21	-	-	-	3,7%	96,3%
7331-Sociétés d'assurance santé	490	-	-	-	-	100%
8611-CH de courte durée	85	4%	73%	-	5%	19%
	160	3%	4%	3%	10%	80%
8613-CH de soins prolongés	-	-	-	-	-	-
	47	28%	11%	4%	13%	45%
8614-CH soins de long terme	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	100%
8624-CAR handicapés mentaux	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
8625-CAR mesadaptés sociaux	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
8622-Centres de réadaptation physique	15	-	-	-	13%	87%
	2	-	-	-	-	-
8631-CLSC	1	-	-	-	-	100%
	5	-	-	-	-	100%
8653-Cabinets de dentistes	1	-	-	-	-	100%
	76	1,3%	-	1,3%	1,3%	96,1%
9712-Salon de beauté pour femmes	-	-	-	-	-	100%
	19	-	-	-	-	100%
9713-Salons de coiffure	-	-	-	-	-	100%
	6	-	-	-	-	100%
9731 -Salons funéraires	-	-	-	-	-	100%
	1	-	-	-	-	100%
Total: SMEST	2 029	56 (2,8%)	136 (6,7%)	59 (2,9%)	254 (12,5%)	1 524 (75,1%)
Total: IRSST Inconnu	62	-	1,6%	-	3,2%	95,2%
Total	2 459	78 (3,2%)	97 (3,9%)	70 (2,8%)	396 (16,1%)	1 818 (73,9%)

Source: Robert Arcand, DRSP Montréal-Centre, 99-04-16.

Tableau 5: Concordance entre les classifications types des industries (CTI) du Canada et des États-Unis et plage d'exposition au formaldéhyde

**% plage d'exposition: >0,0 à 0,3ppm / >0,3 à 0,75ppm / >0,75 à 1,0 ppm / >1,0 à 2,0ppm / >2ppm**

De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers:	CTI-Industries Canada 1980	SMEST Nb obser.: %plage expo.	IRSST Nb obser.: %plage expo.
<b>Partie 1 : 0,1ppm à &gt;1,0ppm</b>	<b>Partie 1</b>		
2435-Placages & contreplaqués (bois feuillu)	2521-Placages & contreplaqués (bois feuillu)	56:84/0/0/0/16	115:93/4/0/1/2
2492(3?)-Produits en bois reconstitué	2592-Ind. des panneaux particules		
	2593- Ind. des panneaux de copeaux	222:58/39/0/3/0	563:66/23/3/5/2
	2714- Ind. des panneaux de construction		
2499-Produits en bois nca	2549*- Autres inds. du bois travaillé	44: 100/0/0/0/0	22:59/23/9/9/0
	2599*-Autres inds. du bois nca	13: 23/39/0/0/39	10: 10/30/0/10/50
	2699*-autres articles d'ameublement nca	8:0/100/0/0/0	25:56/24/8/8/4
25-Meubles et articles d'ameublement	19*- Inds. des produits textiles		
	25*-Inds. du bois		
	2542-Armoires de cuisine & salles de bains	146:99/0/1/0/0	17:94/0/6/0/0
	26*-Meubles et articles d'ameublement	141:51/23/0/21/4	
	2611-Ind. des meubles de maison en bois	95:59/13/0/22/6	57:53/35/2/7/4
	2612-Ind. des meubles rembourrés	11: 0/36/0/64/0	9: 11/57/33/0/0
	2619-Autres ind. des meubles de maison	7:71/0/0/29/0	52:83/17/0/0/0
	2641-Ind. des meubles de bureau en métal	8: 0/100/0/0/0	10: 60/40/0/0/0
	2642-Ind. des meubles de bureau en bois	4:75/25/0/0/0	
	2693-Ind. des meubles de jardin		4:0/0/25/75/0
	30*-Fabrication des produits métalliques		
	32*-Inds. du matériel de transport		
	39*-Autres indus. manufacturières		
2821-Matières plastiques et résines	3731*-Mat. plastiques & résines synthétiques	24:0/100/0/0/0	31:55/19/3/19/3
332;336-Fonderies de fer et d'acier; Fonderies de métaux non ferreux-moulages	291*-Inds. sidérurgiques		
	2941-Fonderies de fer	3: 100/0/0/0/0	21:81/19/0/0/0
	2962-Laminage-moulage-extrusion d'aluminium	15: 100/0/0/0/0	18: 89/11/0/0/0
	2971-Laminage-moulage-extrusion cuivre		
	2999-Autre laminage, moulage des métaux		4: 100/0/0/0/0
806;807-Hôpitaux; Laboratoires médicaux (pathologie, histologie, anatomie)	861-Hôpitaux	Voir suite du tableau	Voir suite du tableau
7261-Maisons funéraires et crématoriums	9731-Salons funéraires		1: 100/0/0/0/0
	9732-Cimetières & crématoriums		

Tableau 5 suite

De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers:

**Partie 2: 0, 1ppm à 1, 0ppm**

226-Finissage-produits textile-sauf laine

23-Habillement et autres produits de textile

2869-Produits chimiques industr. organ. nca

3079(80?)-Produits en plastique divers, nca

CTI-Industries Canada 1980

**Partie 2**

181\*-Inds. des filés & tissus filés

1811-Ind. des fibres textiles synthétiques

199\*-Autres inds. des produits textiles

1992-Ind. de la teinture de produits textiles

1999-Autres ind. de produits textiles

19\*-Inds. des produits textiles; 24\*-Inds. de l'habillement; 32\*-Inds. du matériel de transport

39\*-Autres inds. manif.

3712\*-Produits chimiques organiques nca; 3799\*-

Autres inds. produits chimiques

3731 \*-Mat. plastiques & résines synthétiques

SMEST

Nb obser.: %**plage expo.**

-

-

-

-

-

-

-

3: 100/0/0/0/0

24: 0/100/0/0/0

IRSST

Nb obser.: %**plage expo**

-

5: 80/0/20/0/0

-

7: 86/14/0/0/0

12: 58/17/8/17/0

-

4: 0/50/0/50/0

-

31: 5/19/3/19/3



## Tableau 5 suite

De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers:

### Partie 3 suite: 0, 1 ppm à 0, 5ppm

3291-Produits abrasifs

3293(?)-Gaskets, packaging, sealing devices

3296-Laine minérale

3634-Articles électro-ménagers & ventilateurs

3643-Câblage porteur de courant

3644-Câblage non porteur de courant

3694-Matériel électrique de moteurs

3792-Roulottes de tourisme et camping

7395(84?)-Lab. de développement photos

806(8092)-Hôpitaux & Centre-hémodialyse

822-Enseignement (biologie)

822-Enseignement (anatomie vétérinaire)

CTI-Industries Canada 1980

### Partie 3 suite

3099\*-Autres inds. de produits en métal nca

3571-Ind. des abrasifs

3761\*-Savons et composés pour le nettoyage  
?(industrie non classée)

3594-Isolants de minéraux non métalliques

3071\*-Ind. du matériel de chauffage

3311\*-Petits appareils électriques

3399\*-Autres produits électriques nca

3379\*-Autre matériel élect. d'usage industriel

3392-Dispositifs de câblage sans courant

3251\*-Moteurs & pièces de véhiculers

3252\*-Assemblages de câbles pour véhicules

3391\*-Ind. des accumulateurs

5529\*-Autres pièces-véhicule automobile, gros

3243\*-Remorques d'usage non commercial

2821\*-Clichage, composition & reliure

6571\*-Appareils & fournitures-photo, détail

861-Hôpitaux

8611-CH de courte durée

8613-CH de soins prolongés

8614-CH soins de long terme

8624-CAR handicapés mentaux

8625-CAR mesadaptés sociaux

8622-Centres de réadaptation physique

8631-CLSC

8639\*-Autres soins de santé hors inst.

8653-Cabinets de dentistes

8521-Enseignement postsecond. non-universitaire

853-Enseignement universitaire

SMEST

Nb obser.: %plage expo.

117: 100/0/0/0/0

24: 100/0/0/0/0

2: 100/0/0/0/0

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

1: 100/0/0/0/0

85: 19/5/0/73/4

-

-

-

-

-

15: 87/13/0/0/0

1: 100/0/0/0/0

-

1: 100/0/0/0/0

IRSSST

Nb obser.: %plage expo.

14: 93/7/0/0/0

9: 100/0/0/0/0

10: 90/10/0/0/0

-

28: 82/18/0/0/0

2: 100/0/0/0/0

-

-

-

2: 100/0/0/0/0

-

-

-

-

13: 85/8/0/8/0

7: 100/0/0/0/0

-

160: 80/10/3/4/3

47: 45/13/4/11/28

3: 100/0/0/0/0

4: 100/0/0/0/0

4: 100/0/0/0/0

2: 100/0/0/0/0

5: 100/0/0/0/0

-

76: 96/1/1/0/1

3: 67/33/0/0/0

2: 100/0/0/0/0

## Tableau 5 suite

De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers:

Industries non identifiées comme exposées ou sans mesure d'exposition au formaldéhyde

CTI-Industries Canada 1980

SMEST

Nb obser.: %plage expo.

IRSST

Nb obser.: %plage expo.

2591-Ind. de la préservation du bois		98:69/24/5/1/1
2544-Ind. éléments de charpente de bois	47:0/0/26/23/51	94:26/49/6/10/10
1699-Autres ind. des produits en mat. plastiques	132:100/0/0/0/0	70:96/4/0/0/0
1691- Ind. des sacs en matière plastique	43:100/0/0/0/0	28:100/0/0/0/0
1072-Ind. du pain et produits connexes	40:90/0/0/10/0	8:100/0/0/0/0
1661-Ind. des contenants en matière plastique	30:100/0/0/0/0	17:100/0/0/0/0
6521-Fleuristes	21:0/67/33/0/0	8:50/38/13/0/0
1621-Ind. des tuyaux en plastique	15:73/27/0/0/0	11:64/0/0/18/18
2512-Ind. des produits de scieries et rabotage	7:57/14/0/29/0	24:100/0/0/0/0
3211-Ind. des aéronefs et pièces	10:90/10/0/0/0	-
1599-Autres ind. des produits en caoutchouc	1:100/0/0/0/0	40:88/12/0/0/0
1099-Autres ind. de produits alimentaires	2:0/0/100/0/0	19:58/5/5/5/26
3042-Ind. des récipients et fermeture en métal	-	23:74/26/0/0/0
3931-Ind. des articles de sport	-	20:45/25/10/10/10
1083-Ind. des confiseries et du chocolat	8:88/12/0/0/0	-
3081-Ateliers d'usinage	6:83/17/0/0/0	4:100/0/0/0/0
1711-Tanneries	4:75/25/0/0/0	3:100/0/0/0/0
2819-Autres ind. d'impression commerciale	44:0/34/66/0/0	16:50/19/31/0/0
2541-Ind. des bâtiments préfabriqués	-	12:83/17/0/0/0
3352-Ind. des pièces électroniques	-	7:43/14/29/14/0
3359-Autres ind. du matériel électronique	4:100/0/0/0/0	4:50/50/0/0/0
3992-Ind. boutons, boucles pour vêtements	-	11:91/0/0/0/9
3741-Ind. des produits pharmaceutiques	1:100/0/0/0/0	10:60/0/0/20/20
1021-Ind. de la transformation du poisson	3:0/0/0/100/0	-
2543-Ind. des portes et fenêtres en bois	-	10:40/50/0/0/10
2561-Ind. des boîtes et palettes en bois	-	10:10/90/0/0/0
3997-Ind. articles pour bureaux et artistes	-	10:90/10/0/0/0
1712-Industrie de la chaussure	1:100/0/0/0/0	9:67/11/11/0/11
1713-Industries des valises, bourses, sac à main		9:0/78/22/0/0
3771-Ind. des produits de toilette	1:100/0/0/0/0	2:100/0/0/0/0
1061-Industrie des aliments pour animaux		2:0/0/0/0/100
2454-Ind. des vêtements pour enfants	1:100/0/0/0/0	24:100/0/0/0/0
0213-Services relatifs à l'élevage des volailles	-	5:0/40/20/20/20
7753-Services de laboratoire de recherche	-	5:80/20/0/0/0
5999-Autre commerce de gros	-	4:50/25/0/25/0
2791-Ind. des papiers couchés ou traités	-	4:25/75/0/0/0
5217-Commerce de gros des viandes	-	3:0/67/0/33/0
5631-Commerce de gros de bois de construction	1:0/100/0/0/0	-
3255-Ind. des roues et freins automobile	-	4:75/25/0/0/0

Tableau 5 fin

De CTI-Industries Etats-Unis 1987 vers:

Industries non identifiées comme exposées ou sans mesure d'exposition au formaldéhyde

CTI-Industries Canada 1980

3041-Ind. du revêtement de produits en métal  
 9713-Salon de coiffure pour hommes et femmes  
 2695-Ind. des cadres  
 3591-Ind. des produits réfractaires  
 3299-Autres ind. du matériel de transport  
 1049-Autres industries de produits laitiers  
 6032-Pharmacies  
 1631-Ind. des pellicules en plastiques  
 9712-Salon de beauté pour femmes  
 1641- Ind. des produits en plastique stratifié  
 1611-Ind. des produits en plastique mousse  
 3371-Ind. des transformateurs électriques  
 3381-Ind. des fils et câbles électriques

SMEST

Nb obser.: %**plage expo.**

9: 100/0/0/0/0  
 -  
 8: 100/0/0/0/0  
 -  
 -  
 -  
 -  
 2: 100/0/0/0/0  
 -  
 -  
 -  
 -  
 -  
 -  
 -

IRSST

Nb obser.: %**plage expo.**

-  
 19: 100/0/0/0/0  
 -  
 12: 100/0/0/0/0  
 8: 100/0/0/0/0  
 9: 100/0/0/0/0  
 -  
 6: 100/0/0/0/0  
 6: 100/0/0/0/0  
 5: 100/0/0/0/0  
 4: 100/0/0/0/0  
 4: 100/0/0/0/0  
 4: 100/0/0/0/0

Sources: tableaux 1, 3, 4.

Tableau 6: Taille et nombre d'établissements et nombre d'employés selon la CTI, Québec, 1996<sup>1</sup>

CIT-industries	Etablissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
<b>Partie 1:</b>						
2521 -Placages & contreplaqués (bois feuillu)	10	9	3	2	24	1 512a
2592-Ind. des panneaux particules	2	1	2	1	6	2 385b
2593- Ind. des panneaux de copeaux	-	-	5	-	5	579
2714- Ind. des panneaux de construction	2	1	-	1	4	288
2549- Autres inds. du bois travaillé	102	13	6	2	123	2 967
2599-Autres inds. du bois nca	52	6	2	-	60	1 089
26*-Meubles et articles d'ameublement	455	54	28	12	549	12 807
2699-Autres articles d'ameublement nca	69	4	1	1	75	1 033
2542-Armoires de cuisine & salle de bains	312	12	3	1	328	2 688
2543-Ind. des portes & fenêtres en bois	117	14	4	1	136	2 404
2611-Ind. des meubles de maison en bois	190	17	13	4	224	4 858
2649-Autres ind. des meubles de bureau	38	8	-	1	47	1 001
2692-Ameublement d'hôtels & restaurants	69	13	7	2	91	2 526
2699-Autres articles d'ameublement nca	69	4	1	1	75	1 033
3731-Mat. plastiques & résines synthétiques	23	5	2	2	32	1 201
291-Inds. sidérurgiques	2	5	2	7	16	3 449
2941 -Fonderies de fer	7	8	-	3	18	1 099
2962-Laminage-moulage-extrusion d'aluminium	14	3	4	2	23	1 484
2971-Laminage-moulage-extrusion du cuivre	8	1	1	1	11	c
2999-Autre laminage, moulage des métaux	13	3	6	-	22	c
861,868-laboratoires médicaux & de santé						N.D.
9731-Salons funéraires						13 000*

1. Le tableau suit le classement (les parties) des tableaux 1 et 2 et le CTI du tableau 3.

a: CTI252.

b: CTI259.

c: CTI29=20 427 employés.

\*: nombre total d'employés au Canada.

N.D.: non disponible.

Tableau 6: suite

CIT-industries	Etablissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
<b>Partie 2</b>						
1811-Ind. des filés & tissus filés	5	4	1	2	12	2451d
199-Autres ind. produits textiles	159	32	10	10	211	7 462
1991 -Industrie des textiles étroits	9	6	1		16	n.d.
1992-Teinture et finissage en textile	64	11	4	3	82	2 390
1993-Articles de maison en textile	48	6	2	5	61	2 523
1994-Articles d'hygiène en textile	4	-	1	2	7	n.d.
1999-Autres produits textiles nca					45	n.d.
24-Industries de l'habillement	893	128	59	33	1 113	39 948
3257-Accessoires, textile, pour véhicule	5	1	1	-	7	n.d.
3712-Produits chimiques organiques nca	7	2		1	10	344
3799-Autres inds. produits chimiques	61	6	4	5	76	2 246
3731-Mat. Plastiques & résines synthétiques	23	5	2	2	32	1 201

d: CTI181(fibres chimiques, filés+filature et tissage de la laine).

n.d.: statistique non disponible pour raison de confidentialité.

Tableau 6: suite

CIT-industries	Etablissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
<b>Partie 3:</b>						
2522-Placages & contreplaqués (bois résineux)	2	-	-	-	2	e
2711-Ind. des pâtes à papier	2	2	2	5	11	1 972
2712-Ind du papier journal	-	1	1	19	21	10 188
2719-Autres inds. du papier	6	1	3	8	18	3 732
2721-Ind. du papier-toiture asphalté	1	-	-	1	2	n.d.
2733-Ind. des sacs en papier	2	3	1	-	6	335
2792-Ind. des produits en papeterie	8	3	2	-	13	n.d.
2793-Produits de consommation en papier	3	2	2	1	8	n.d.
2799-Autres produits en papier transformé nca	27	5	1	-	33	670
2713-Industries du carton	5	3	4	4	16	1 916
2731-Industries des boîtes pliantes & rigides	19	5	4	4	32	2 173
2732-Ind. des boîtes en carton ondulé	13	4	8	4	29	1 945
3712-Produits chimiques organiques nca	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3799-Autres industries produits chimiques	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3751 -Ind. des peintures et vernis	27	5	3	1	36	982
3711-Prod. chimiq. inorganiques nca	26	4	4	3	37	1 598
3721-Ind. des engrais chimiques	4	-	-	-	4	299f
3729-Autres produits chimiques agricoles		-	-	-	-	-
3799-Autres industries produits chimiques nca	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3792-Industries des adhésifs	13	1	1	-	15	289
3712-Produits chimiques organiques nca	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3711-Produits chimiques inorganiques nca	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3799-Autres produits chimiques nca	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.
3791-Ind. des encres d'imprimerie	14	2	-	-	16	222
3599-Prod. minéraux divers non métalliques nca	65	3	1	-	69	2 246
3099-Autres inds. de produits en métal nca	97	9	4	-	110	2 868g
3571-Industries des abrasifs	9	1	1	-	11	264
3761-Savons et composés pour le nettoyage	35	5	1	-	41	444
3594-Isolants de minéraux non métalliques	5	-	1	1	7	404

e: déjà compté avec CTI2521.

f: CTI372 produits chimiques agricoles.

g: CTI309 autres ind. produits métalliques.

d.c.: déjà comptabilisé dans le tableau.

n.d.: statistique non disponible pour raison de confidentialité.

Tableau 6: suite et fin

CIT-industries	Etablissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
3071-Ind. du matériel de chauffage	24	1	1	1	27	494
3311-Petits appareils électriques	16	1	1		28	n.d.
3399-Autres produits électriques nca	16	4	1	1	22	656
3379-Autre matériel élect. d'usage industriel	41	1	2		44	515
3392-Dispositifs de câblage sans courant	5	1		2	8	1 336h
3251-Moteurs & pièces de véhicules	7			1	8	ad.
3252-Assemblages de câbles pour véhicules	3	-		1	4	245
3391-Ind. des accumulateurs	7		1		8	n.d.
5529-Autres pièces-véhicule automobile gros						N.D.
3243-Remorques d'usage non commercial	12	2	-	-	14	ad.
2821*-Clichage, composition & reliure	216	13	4	1	234	216
6571*-Appareils & fournitures-photo, détail						N.D.
861-Hôpitaux (hémodialyse)						N.D.
852-Enseignement (biologie)						N.D.
853-Enseignement universitaire (anatomie vétér.)						N.D.

Sources: Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: niveaux national et provincial. Etude spéciale 1996, Catalogue 31-203-XPB, septembre 1998; et tableaux 1 et 3.

h: CTI 339 autres ind. de produits électriques.

n.d.: statistique non disponible pour raison de confidentialité.

N.D.: statistique non disponible.

Tableau 7: Taille et nombre d'établissements et nombre d'employés selon la CTI, Autres industries avec mesures d'exposition au formaldéhyde, Québec, 1996<sup>1</sup>

CIT-industries	Établissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
1699-Autres produits, mat. plastiques nca	183	41	25	5	254	8 561
2544-Ind. d'éléments de charpente en bois	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
2819-Autres ind. d'impression commerciale	711	27	18	11	767	10 425
1691 -Industries des sacs en plastiques	27	8	6	-	41	1 419
1072-Ind. pain & autres produits de boulan.	169	13	13	5	200	4 894
1661 -Ind. des contenants en mat. plastiques	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
1621 -Tuyaux en plastique	7	3	3	-	13	465
2612-Ind. des meubles de maison rembour.	35	4	4	2	45	1 694
3211-Ind. d'aéronefs & pièces	31	8	5	10	54	11 888
3041- Revêtement de métal sur commande	47	8	2	-	57	1 378
1083-Ind. confiseries & chocolat	34	2	1	2	39	1 094
2641-Ind. des meubles de bureau en métal	6	3	1	-	10	371
2695-Industrie des cadres	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
2699-Autres articles d'ameublement nca	69	4	1	1	75	1 033
2512-Scieries & ateliers de rabotage	194	40	45	13	292	14 680
2619-Autres industries du meuble de maison	19	3	-	2	24	782
3081-Ateliers d'usinage	445	14	6	1	466	4 874
1711-Tanneries	8	1	1	-	10	n.d.
2642-Ind. des meubles de bureau en bois	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
3359-Ind. autre matériel électronique	41	4	5	8	58	n.d.
1021-Ind. Transformation du poisson	27	13	4	3	56	n.d.
1099-Autres produits alimentaires nca	73	17	10	2	102	3 168
1599-Autres ind. produits du caoutchouc	32	9	8	3	52	5 140a
1712-Industrie de la chaussure	16	7	11	3	37	n.d.
245-4(1?)-Ind. des vêtements pour enfants	73	11	7	-	91	2 295
3741-Produits pharmaceutiques & medicam.	22	8	9	8	47	3 188
3771-Ind. des produits de toilette	17	8	2	2	29	1 220
2591-Ind. de la préservation du bois	8	2	-	-	10	n.d.
3042-Ind. des récipients et fermeture en métal	6	7	2	1	16	887
3931-Ind. des articles de sport	43	11	10	4	68	3 969
2541-Ind. des bâtiments préfabriqués	34	5	-	-	39	588
3352-Ind. des pièces électroniques	50	6	4	12	72	5 496
3992-Ind. des attaches pour vêtements	4	2	2	-	8	n.d.
2561-Ind. des boîtes et palettes en bois	52	3	-	-	55	714
3997-Ind. articles pour bureaux et artistes	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
1713-Industries des valises, bourses, sacs à main	19	2	1	-	22	432
2791-Ind. des papiers couchés ou traités	13	1	3	3	20	1 384
3255-Ind. des roues et freins automobile	8	2	2	2	14	n.d.

1. Autres Industries pour lesquelles il y a un niveau estimé d'exposition au formaldéhyde (voir tableau 4).

a: CTI15.

n.r.: industrie non recensée dans l'étude spéciale.

n.d.: statistique non disponible pour raison de confidentialité.

Tableau 7 suite et fin

CIT-industries	Établissement: tranche de taille d'effectifs					Nbre employés production
	1-49	50-99	100-199	+200	Total	
3591-Ind. des produits réfractaires	5	2	1	1	9	n.d.
3299-Autres ind. du matériel de transport	5	-	-	1	6	n.d.
1049-Autres industries de produits laitiers	31	15	3	3	52	3 358
1631-Ind. des pellicules en plastiques	14	6	1	1	22	914
1641- Ind. des produits en plastique stratifié	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
1611-Ind. des produits en plastique mousse	16	6	3	-	25	928
3371-Ind. des transformateurs électriques	11	1	3	1	16	637
3381-Ind. des fils et câbles électriques	9	4	3	2	18	1 175
1061-Industrie des aliments pour animaux (?*)	-	-	-	-	1	-
0213-Services relatifs à l'élevage des volailles						N.D.
5217-Commerce de gros des viandes						N.D.
5631-Commerce de gros de bois de construction						N.D.
5999-Autre commerce de gros						N.D.
6032-Pharmacies						N.D.
6571-Commerce de détail d'appareils photo						N.D.
6521-Fleuristes						N.D.
8611-CH de courte durée						N.D.
8613-CH de soins prolongés						N.D.
8614-CH soins de long terme						N.D.
8624-CAR handicapés mentaux						N.D.
8625-CAR mesadaptés sociaux						N.D.
8622-Centres de réadaptation physique						N.D.
8631-CLSC						N.D.
9712-Salon de beauté pour femmes						N.D.
9713-Salon de coiffure pour hommes et femmes						N.D.

Sources: Statistique Canada, Industries manufacturières du Canada: niveaux national et provincial. Étude spéciale 1996, Catalogue 31-203-XPB, septembre 1998; et tableau 3.

(?\*) : CTII061=huiles végétales sauf maïs.

Tableau 8: Estimation du nombre d'employés selon le niveau d'exposition au formaldéhyde et nombre estimé d'établissements et source de la mesure, Québec 1996

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Etablis- sement	M
<b>Partie 1</b>								
2521-Placages & contreplaqués (bois feuillu)						1 512a	24	S/I
2592-Ind. des panneaux particules						2 385b	6	
2593- Ind. des panneaux de copeaux	382	137	17	29	12	577	5	I/S
2714- Ind. des panneaux de construction						288	4	-
2549- Autres inds. du bois travaillé	1 741	682	267	267	0	2 967	123	I/S
2599-Autres inds. du bois nca	109	327	0	109	545	1 089	60	I/S
2541-Ind. des bâtiments préfabriqués	488	100	0	0	0	588	39	I
2544-Ind. d'éléments de charpente en bois						n.r.	n.r.	S/I
2561- Ind. des boîtes et palettes en bois	71	643	0	0	0	714	55	I
2591 -Industrie de la préservation du bois						n.d.	10	I
2512-Ind. des produits de scieries et rabotage	8 382	2 100	0	4 198	0	14 680	292	I
19*- Industries des produits textiles								
25*-Industries du bois								
26*-Meubles et articles d'ameublement								
2542-Armoires de cuisine & salles de bains								
2543-Ind. des portes et fenêtres en bois	2 527	0	161	0	0	2 688	328	I/S
2611-Ind. des meubles de maison en bois	240	0	0	1 204	960	2 404	136	I
2612-Ind. des meubles rembourrés	2 866	632	0	1 069	291	4 858	224	S/I
2619-Autres ind. des meubles de maison	0	610	0	1 089	0	1 694	45	S/I
2641-Ind. des meubles de bureau en métal	555	0	0	227	0	782	24	S/I
2642-Ind. des meubles de bureau en bois	223	148	0	0	0	371	10	I
2693-Ind. des meubles de jardin						n.r.	n.r.	S
2649-Autres ind. des meubles de bureau						n.r.	n.r.	I
2692-Ameublement d'hôtels & restaurants						1 001	47	-
2699-Autres articles d'ameublement nca						2 526	91	-
	578	248	83	83	41	1 033	75	I/S
3731-Mat. plastiques & résines synthétiques	661	228	36	228	36	1 201	32	I/S
291*-Inds. Sidérurgiques								
2941-Fonderies de fer								
2962-Laminage-moulage-extrusion d'alu.	890	209	0	0	0	1 099	18	I/S
2971 -Laminage-moulage-extrusion cuivre	1 321	163	0	0	0	1 489	23	I/S
2999-Autre laminage, moulage des métaux						c	11	-
						c	22	I
9731-Salons funéraires						N.D.	N.D.	I
Total partiel	21 034	6227	564	8 503	1 885	42 051	1 652	

a: CTI-252; b: CTI-259; c: CTI-29=20 427 employés,  
n.r.: industrie non recensée pour le Québec.  
N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.  
S: SMEST; I: IRSST; M source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Établis- sement	M
<b>Partie 2</b>								
181*-Inds. des filés & tissus filés						2 451d	12	-
1811-Ind. des fibres textiles synthétiques						n.d.	n.d.	I
199*-Autres inds. des produits textiles						7 462	n.d.	-
1991-Industrie des textiles étroits						n.d.	16	-
1992-Teinture et finissage en textile	2 055	335	0	0	0	2 390	82	I
1993-Articles de maison en textile						2 523	61	-
1994-Articles d'hygiène en textile						n.d.	7	-
1999- Autres ind. de produits textiles						n.d.	45	I
19*-Inds. des produits textiles								
24-Inds. de l'habillement						39 948	1 113	-
2454(1 ?)-Ind. des vêtements pour enfants						2 295	91	I
32*-Inds. du matériel de transport								
3257-Accessoires, textile pour automobiles						n.d.	7	-
39*-Autres inds. Manuf.								
3992-Ind. des attaches pour vêtements						n.d.	8	I
3712*-Produits chimiques organiques nca;	0	172	0	172	0	344	10	I
3799*-Autres inds. Produits chimiques	2 246	0	0	0	0	2 246	76	S
3731-Mat. plastiques & résines synthétiques	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	d.c.	I/S
Total partiel	4 301	507	0	172	0	59 659	1 528	

d: CTI-181=fibres chimiques+filés+filature et tissage de la laine.

n.d.: non disponible pour des raisons de confidentialité.

d.c.: nombres comptabilisés ailleurs dans le tableau.

S : SMEST; I : IRSST; M: source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Etablis- sement	M
<b>Partie 3</b>								
2522- Placages & contreplaqués (résineux)						1512a	2	S/I
2711-Ind. des pâtes à papier	1 479	493	0	0	0	1 972	11	S
2712-Ind du papier journal						10 188	21	-
2719-Autres inds. du papier	709	1 455	224	639	709	3 732	18	I/S
2721*-Ind. du papier-toiture asphalté						n.d.	2	-
2733*-Ind. des sacs en papier	298	37	0	0	0	335	6	I
2791-Ind. des papiers couchés ou traités	346	1 038	0	0	0	n.d.	13	-
2792*-Ind. des produits en papeterie						1 384	20	I
2793*-Produits de consommation en papier						ad.	8	-
2799*-Autres produits en papier transformé	170	0	0	0	0	670	33	I
2713*-Ind. du carton						1 916	16	
2731*-Ind. des boîtes pliantes & rigides	2 173	0	0	0	0	2 173	32	I
?(industrie non classée)								
2732-Ind. des boîtes en carton ondulé	1 459	486	0	0	0	1 945	29	S/I
3712*-Produits chimiques organiques nca						d.c.	d.c.	I
3799*-Autres produits chimiques nca						d.c.	d.c.	S
3751-Ind. des peintures et vernis	982	0	0	0	0	982	36	I
3711*-Produits chimiques inorganiques nca	1 326	176	196	0	0	1 598	37	S/I
3721*-Ind. des engrais chimiques						299e	4	-
3729-Autres produits chimiques agricoles						299e	d.c.	-
3799*- Autres produits chimiques nca						d.c.	d c	S
3792-Ind. des adhésifs	145	95	49	0	0	289	15	I/S
3712*-Produits chimiques organiques nca						d.c.	d c	I
3711*-Produits chimiques inorganiques nca						d.c.	d c	I/S
3799*-Autres produits chimiques nca						d.c.	d.c.	S
3791*-Ind. des encres d'imprimerie						222	16	-
3599*-Produits minéraux divers non métalli.						3 599	69	-
Total partiel	9 088	3 780	469	639	709	31 603	386	

a: CTI-252.

e: CTI-372-Produits chimiques agricoles.

d.c.: nombres comptabilisés ailleurs dans le tableau.

S: SMEST; I: IRSST; M: source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: suite

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Employé	Etablissement	M
<b>Partie 3 suite</b>								
3099*-Autres inds. de produits en métal nca						2 868f	110f	I/S
3571-Ind. des abrasifs	264	0	0	0	0	264	11	S/I
3761*-Savons et composés pour le nettoyage	400	44	0	0	0	444	41	I/S
?(industrie non classée)								
3594-Isolants de minéraux non métalliques	331	73	0	0	0	404	7	I
3071*-Ind. du matériel de chauffage	494	0	0	0	0	494	27	I
3311*-Petits appareils électriques						n.d.	28	-
3399*-Autres produits électriques nca						656	22	-
3379*-Autre matériel élect. d'usage indus.						515	44	-
3392-Dispositifs de câblage sans courant						1 336g	8g	I
3251*-Moteurs & pièces de véhiculers						n.d.	8	-
3252*-Assemblages de câbles pour véhicules						245	4	-
3391*-Ind. des accumulateurs						n.d.	8	-
5529*-Autres pièces-véhicule auto. Gros						N.D.	N.D.	-
3243*-Remorques d'usage non commercial						n.d.	14	-
2821*-Clichage, composition & reliure	184	17	0	17	0	216	234	I
6571*-Appareils & fournitures-photo, détail						N.D.	N.D.	S/I
861 -Hôpitaux								
8611-CH de courte durée						N.D.	N.D.	S/I
8613-CH de soins prolongés						N.D.	N.D.	I
8614-CH soins de long terme						N.D.	N.D.	I
8624-CAR handicapés mentaux						N.D.	N.D.	I
8625-CAR mésadaptés sociaux						N.D.	N.D.	I
8622-Centres de réadaptation physique						N.D.	N.D.	S/I
8631-CLSC						N.D.	N.D.	I/S
8639*-Autres soins de santé hors inst.						N.D.	N.D.	I/S
8653-Cabinets de dentistes						N.D.	N.D.	I/S
8521-Enseignement postsecond. non-univer.						N.D.	N.D.	I
853-Enseignement universitaire						N.D.	N.D.	I
Total partiel	1 673	134	0	17	0	7 442	566	

f: CTI-372-Produits chimiques agricoles.

g: CTI-339-Autres industries de produits électriques.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.

S: SMEST; I: IRSST; M: source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2 : suite

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Etablis- sement	M
0213-Ser. relatifs à l'élevage des volailles								I
1061 -Industrie des aliments pour animaux						n.d.	1	?I
1021-Ind. de la transformation du poisson						n.d.	56	S
1072-Ind. du pain et produits connexes	4 405	0	0	489	0	4 894	200	S/I
1083 -Ind. des confiseries et du chocolat	963	131	0	0	0	1 094	39	S
1099-Autres ind. de produits alimentaires	1 837	158	158	158	824	3 168	102	I/S
1599-Autres ind. des produits en caoutchouc						5 140h	52	I/S
1611-Ind. des produits en plastique mousse	928	0	0	0	0	928	25	I
1621 -Ind. des tuyaux en plastique	298	0	0	84	84	465	13	I/S
1631-Ind. des pellicules en plastiques	914	0	0	0	0	914	22	I
1641- Ind. des produits en plastique stratifié						n.r.	n.r.	I
1661 -Ind. des contenants en matière plast.						n.r.	n.r.	S/I
1691- Ind. des sacs en matière plastique	1 419	0	0	0	0	1 419	41	S/I
1699- Autres ind. des produits en mat. plast.	8 561	0	0	0	0	8 561	254	I/S
1711-Tanneries						n.d.	10	S/I
1712-Industrie de la chaussure						n.d.	37	I/S
1713-Industries des valises, bourses	0	337	95	0	0	432	22	I
2819-Autres ind. d'impression commerciale	0	3 545	6 881	0	0	10 425	767	S/I
3041 -Ind. du revêtement de produits en mét.	1 378	0	0	0	0	1 378	57	S
3042-Ind. des récipients et fermeture en mét.	656	231	0	0	0	887	16	I
3081-Ateliers d'usinage	4 045	829	0	0	0	4 874	466	S/I
3211-Ind. des aéronefs et pièces	10 699	1 189	0	0	0	11 888	54	S
3255-Ind. des roues et freins automobile						n.d.	14	I
3299-Autres ind. du matériel de transport						n.d.	6	I
3352-Ind. des pièces électroniques	2 363	769	1 594	769	0	5 496	72	I
3359-Autres ind. du matériel électronique						n.d.	58	I/S
3741-Ind. des produits pharmaceutiques	1 913	0	0	638	638	3 188	47	I/S
3771-Ind. des produits de toilette	1 220	0	0	0	0	1 220	29	I/S
3931-Ind. des articles de sport	1 786	992	397	397	397	3 969	68	I
Total partiel	43 385	8 181	9 125	2 535	1 943	70 340	2 528	

?: CTI-1061=huiles végétales sauf maïs; h: CIT-15=Industries des produits en caoutchouc.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

n. r.: industrie non recensée au Québec.

S: SMEST; I: IRSST; M: source de la mesure d'exposition

Tableau 8 de l'annexe 2: fin

Niveaux /CTI-Industries Canada 1980	0,0-0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	>2,0 ppm	Emplo- yé	Établis- sement	M
2695-Ind. des cadres						n.r.	n.r.	S
3997-Ind. articles pour bureaux et artistes						n.r.	n.r.	I
5217-Commerce de gros des viandes						N.D.	N.D.	I
5631-Commerce de gros de bois de construction						N.D.	N.D.	S
5999-Autre commerce de gros						N.D.	N.D.	I
6521-Fleuristes						N.D.	N.D.	I/S
7753-Services de laboratoire de recherche						N.D.	N.D.	I
6032-Pharmacies						N.D.	N.D.	S
9712-Salon de beauté pour femmes						N.D.	N.D.	I
9713-Salon de coiffure pour hommes et fem.						N.D.	N.D.	I
1049-Autres industries de produits laitiers	3 358	0	0	0	0	3 358	52	I
3371-Ind. Des transformateurs électriques	637	0	0	0	0	637	16	I
3381-Ind. Des fils et câbles électriques	1 175	0	0	0	0	1 175	18	I
3591-Ind. Des produits réfractaires						n.d.	9	I
Total partiel	5 170	0	0	0	0	5 170	95	
Total	84 651	18 829	10 158	11 866	4 537	216265	6 755	

Sources: tableaux 3,4, 6 et 7.

n.d.: non disponible au Québec pour des raisons de confidentialité.

n.r.: industrie non recensée au Québec.

N.D.: nombre d'employés non disponible pour le Québec.

Nb. Étab.: nombre d'établissements.

M. ex.: source de la mesure d'exposition: S=SMEST; I=IRSST.

Tableau 9 Coût estimé (000\$) du respect de la norme d'exposition au formaldéhyde selon le type et l'industrie, 1987, États-Unis

CTI-Industries	Equipements	Autres	Retrait médical	Total par année
<b>Exposition: &gt;1,0 ppm</b>				
2435-Placages&contreplaques (feuillu)	541	489	13	568
2492-Panneaux particules/copeaux	3 268	20	7	3 295
2499-Produits en bois nca	3 952	13	5	3 970
25-Meubles en bois	3 516	39	25	3 580
2821 -Matières plastiques et résines	402a	17	4	423
332, 336-Fondenes	9 962	216	116	10 294
806, 807-Laboratoires médicaux	5510	662	162	6 334
7261 -Services funéraires	446b	0	0	446
Sous total	27 596	982	331	28 909
<b>Exposition: entre 0, 5 et 1, 0 ppm</b>				
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	0	25	43	68
2492-Panneaux particules/copeaux	0	40	36	76
2499-Produits en bois nca	0	17	12	29
25-Meubles en bois	0	783	558	1 341
2821 -Matières plastiques et résines	0	41	9	50
332, 336-Fonderies	0	487	313	800
806, 807-Laboratoires médicaux	0	609	154	763
7261 -Services funéraires	0	0	0	0
226-Finissage-produits textile-sauf lame	0	1 533	511	2 044
23-Habillement-autres produits textile	0	3 306	3 313	6 619
2869-Production formaldéhyde	0	16	13	29
3079-Produits en plastique	0	431	139	570
Sous total	0	6 408	6 000	12 408
<b>Exposition: entre 0, 1 à 0, 5 ppm</b>				
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	0	33	42	75
2492-Panneaux particules/copeaux	0	9	10	19
2499-Produits en bois nca	0	1	1	2
25-Meubles en bois	0	745	817	1 562
2821 -Matières plastiques et résines	0	66	11	77
332, 336-Fondenes	0	136	161	297
806, 807-Laboratoires médicaux	0	1 506	91	1 597
7261 -Services funéraires	0	1 798	112	1 910
226-Finissage-produits textile-sauf lame	0	53	40	93
23-Habillement-autres produits textile	0	4 057	3 355	7 406
2869-Production formaldéhyde	0	13	14	27
3079-Produits en plastique	0	1 001	181	1 182
2436-Placages&contreplaqués (résineux)	0	56	110	166
2611 -Usines des pâtes à papier	0	16	46	62
2621 -Usines de papier	0	125	369	494
2631 -Usines de carton	0	66	160	226
2642-Enveloppes	0	54	76	130
2653-Boîtes en carton-fibre ondulé	0	251	289	540
2865-Produits bruts cycliques/interméd	0	19	8	27
2851- Peintures et produits connexes	0	227	161	388
2873-Engrais azotés	0	7	8	15
2879-Produits chimiques agricoles nca	0	13	13	26
2891 -Adhésifs et produits de scellement	0	67	23	90
2899-Préparations chimiques nca	0	0	0	95
3291 -Produits abrasifs	0	22	79	101
3293-Gaskets, packaging, sealing devices	0	75	73	148
3296-Lame minérale	0	35	59	94
3634- Articles électro-ménagers&ventilat	0	58	118	176
3643-Câblage porteur de courant	0	80	136	216
3644-Câblage non porteur de courant	0	45	80	125
3694-Matériel électrique de moteurs	0	81	127	208
3792-Construction maisons mobiles	0	85	303	388
7395-Laboratoires de dévelop photos	0	875	268	1 143
806-Hémodialyse)	0	1 513	29	1 542

822-Enseignement (biologie)	0	2 148	108	2 256
822-Enseignement (anatomie vétérinaire)	0	0	0	2
Sous total	0	15 428	7 479	22 907
Total	27 596	23 710	12901	64 207

Source: Fédéral Register, vol. 52, no. 233, december 4, 1987, tableau 6. a: dont 58 000\$ pour VEMP; b: pour atteindre VEMP.

Tableau 10a: Coût (000\$ 1987) estimé des équipements pour respecter la norme modifiée (VEA<0,75ppm) d'exposition au formaldéhyde, 1991, États-Unis

	Coût de équipement	Coût annualisé <sup>1</sup>	Coût annuel d'opération	Coût total annualisé
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	66	11	650	660
2492-Panneaux particules/copeaux	1 722	280	431	711
2499-Produits en bois nca	317	52	191	242
25-Meubles en bois	11 128	1 811	3 353	5 165
332, 336-Fonderies	21 540	3 506	1 939	5 444
23-Habillement-autres produits textile	3 442	560	2 479	3 039
3079-Produits en plastique	638	104	200	304
Total	38 853	6 323	9 242	15 565

Source: Fédéral Register, vol. 57, no. 102, 27 may 1992, 22303, tableau II.

1. Annuité au taux d'escompte de 10%.

Tableau 10b: Coût (000\$ 1987) annuel estimé selon la nature pour respecter la norme modifiée (VEA<0,75ppm) d'exposition au formaldéhyde, 1991, États-Unis

CTI-Industries	Equipement	Formation	Retrait médical	Total
2435-Placages&contreplaqués (feuillu)	660 291	50 720	28 451	739 000
2492-Panneaux particules/copeaux	710979	17 634	12 834	741 000
2499-Produits en bois nca	241964	2011	3 233	247 000
25-Meubles en bois	5 164 567	1 496 668	752 527	7416000
2821 -Matières plastiques et résines	0	81 433	49 860	131 000
332, 336-Fonderies	5 444 136	397 961	279 162	6 121 000
806, 807-Laboratoires médicaux	0	321 714	133 827	456 000
7261 -Services funéraires	0	363 587	91 962	456 000
226-Finissage-produits textile-sauf laine	0	62 996	83423	146 000
23 -Habillement-autres produits textile	3 039 116	4 367 703	2 132 891	9 539 000
2869-Production formaldéhyde	0	25 461	11 594	37 000
3079-Produits en plastique	303 750	630 934	317480	1 252 000
2436-Placages&contreplaqués (résineux)	0	193 298	100 903	294 000
2611-Usines des pâtes à papier	0	90 578	41 529	132 000
2621-Usines de papier	0	708 344	324 772	1 033 000
2631 -Usines de carton	0	304 294	139 512	444 000
2642-Enveloppes	0	142 735	61 645	204 000
2653-Boîtes en carton-fibre ondulé	0	492 770	218 678	71 1000
2865-Produits bruts cycliques/intermédi.	0	112 685	51 912	165 000
2851- Peintures et produits connexes	0	203 636	89 543	293 000
2879-Produits chimiques agricoles nca	0	70 583	31 471	102 000
2891 -Adhésifs et produits de scellement	0	79 691	35 385	115 000
2899-Préparations chimiques nca	0	168 867	74 947	244 000
3291-Produits abrasifs	0	123 149	55 156	178 000
3293-Gaskets, packaging, sealing devices	0	157 920	70 730	229 000
3296-Laine minérale	0	112 283	50 289	163 000
3634-Articles électro-ménagers&ventilat.	0	218 147	95 063	313 000
3643-Câblage porteur de courant	0	235 385	103 499	339 000
3644-Câblage non porteur de courant	0	133 545	58 725	192 000
3694-Matériel électrique de moteurs	0	231 816	104 797	337 000
3792-Construction maisons mobiles	0	91 275	36 338	128 000
7395-Laboratoires de dévelop. photos	0	520 050	232 765	753 000
806-Hémodialyse	0	480 368	102 201	563 000
822-Enseignement (biologie)	0	759 151	93 926	853 000
822-Enseignement (anatomie vétérinaire)	0	494	123	617
Total	15 564 822	13 431 998	6071 119	35 067 940

Source: Fédéral Register, vol. 57, no. 102, 27 may 1992, 22305, tableau III.

Tableau 11: Méthode de calcul du coût des équipements selon l'industries, États-Unis, 1987 et 1991

**332, 336-Fonderies**

1987: 1 047 établissements avec VEA>1, 0ppm; 1 435 établissements avec 0, 5ppm < VEA <1, 0ppm

1991 (après VEA<1, 0ppm):

1 047 établissements avec VEA=0, 75ppm;

0,5x 1 435= 718 établissements avec VEA=0, 75ppm;

0,5x 1 435= 718 établissements avec 0, 75ppm < VEA <1,0ppm

Trois machines par établissement;

Coût d'un système de ventilation: 10 000\$ par machine x 3 x 718 = 21 540 000\$;

Coût annualisé de l'investissement: Annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 3 506 000\$;

Coût annuel d'opération: 900\$ par machine x 3 x 718 = 1 938 600\$;

Coût total annuel = 5 444 000\$

**2435-Placages&contreplaqués (feuillu)**

1987: 40 établissements avec VEA>1, 0ppm; 66 établissements avec 0, 5ppm < VEA <1, 0ppm

1991 (après VEA<1, 0ppm):

40 établissements avec VEA=0, 75ppm;

0,5x 66= 33 établissements avec VEA=0, 75ppm;

0,5x 66= 33 établissements avec 0, 75ppm < VEA <1,0ppm

Coût d'un système de ventilation: 2 000\$ par établissement x 33 = 66 000\$;

Coût annualisé de l'investissement: Annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 11 000\$;

Coût annuel d'opération: 100\$ par établissement x 33 = 3 300\$;

Coût d'utilisation de résines à faible émission d'uréeformaldéhyde (LEUF) pour respecter VEA<1, 0ppm: 235 millions pieds<sup>2</sup> supplémentaires utilisant les résines LEUF x 2 750\$/mpp = 646 250\$

Coût total annuel: 660 000\$

**2492-Panneaux particules/copeaux**

1987: 14 établissements avec VEA>1, 0ppm; 16 établissements avec 0, 5ppm < VEA <1, 0ppm; établissements avec 0, 75ppm < VEA <1,0ppm

1991 (après VEA<1, 0ppm):

14 établissements avec VEA=0, 75ppm;

8 établissements avec 0, 5ppm < VEA <0, 75ppm;

8 établissements avec 0, 75ppm < VEA <1, 0ppm

Coût d'un système de ventilation: 215 320\$ par établissement x 8 = 1 722 000\$;

Coût annualisé de l'investissement: Annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 280 000\$;

Coût annuel d'opération: 53 830\$ par établissement x 8 = 431 300\$;

Coût total annuel: 711 000\$

## Tableau 11 suite et fin

### **2499-Produits en bois nca (Médium Density Fiberboard)**

1987: 9 établissements avec  $VEA > 1,0 \text{ ppm}$ ; 5 établissements avec  $0,5 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$

1991 (après  $VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ):

9 établissements avec  $VEA = 0,75 \text{ ppm}$ ;

5 établissements avec  $0,5 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ;

3 établissements avec  $0,75 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ .

Coût d'un System de ventilation additionnel: 105 534\$ par établissement x 3 = 317 000\$;

Coût annualisé de l'investissement: annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 52 000\$;

Coût annuel d'opération: 63 486\$ par établissement x 3 = 190 458\$;

Coût total annuel: 242 000\$

### **25-Meubles en bois**

1987: 184 établissements (intégrés) avec  $VEA > 1,0 \text{ ppm}$ ; 2 646 établissements (assemblage de meubles) avec  $0,5 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ; peu établissements avec  $0,75 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$

1991 (après  $VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ):

184 établissements avec  $VEA = 0,75 \text{ ppm}$ ;

$0,5 \times 1\,323 = 718$  établissements avec  $0,50 \text{ ppm} < VEA < 0,75 \text{ ppm}$ ;

$0,5 \times 1\,323 = 718$  établissements avec  $0,75 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ .

Meilleure utilisation des systèmes de ventilation: coût annuel d'opération: 432\$ par établissement x 1 323 = 571 536\$;

Coût d'un système de ventilation pour respecter norme  $0,75 \text{ ppm}$ : 52 000\$ par établissement x 214 établissements intégrés = 11 128 000\$;

Coût annualisé de l'investissement: annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 1 811 000\$;

Coût annuel d'opération: 13 000\$ par établissement x 214 = 3 443 500\$;

Coût total annuel: 5 165 000\$

### **23-Habillement-autres produits textile**

1987: 5 737 établissements avec  $0,5 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ; 50% ou 2 869 établissements avec  $0,75 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ .

1991 (après  $VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ):

Coût d'un système de ventilation pour respecter norme  $0,75 \text{ ppm}$ : 1 000\$ par établissement x 2 869 établissements = 3 442 800\$;

Coût annualisé de l'investissement: annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 560 000\$;

Coût annuel d'opération: 720\$ par établissement x 2 829 = 2 479 000\$;

Coût total annuel: 3 039 000\$

### **3079-Produits en plastique (Plastic Molding Laminates)**

1987: 1 000 établissements avec  $0,5 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ; 50% ou 500 établissements avec  $0,75 \text{ ppm} < VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ; 1 machine par 4 travailleurs

1991 (après  $VEA < 1,0 \text{ ppm}$ ):

Coût d'un système de ventilation pour respecter norme  $0,75 \text{ ppm}$  (5 000 travailleurs): 510\$ par machine x 1 250 machines = 637 500\$;

Coût annualisé de l'investissement: annuité pour la durée de vie de l'équipement (10 ans) avec taux d'actualisation de 10% = 104 000\$;

Coût annuel d'opération: 160\$ par machine x 1 250 = 200 000\$;

Coût total annuel: 304 000\$

Tableau 12: Méthodes de calcul du coût du retrait médical et de formation pour respecter les normes d'exposition au formaldéhyde, États-Unis, 1987 et 1991

**Coût du retrait médical**

1987

10% des employés exposés à niveau entre 0,1 et 0,5ppm rapporteront des signes et des symptômes d'irritation et des problèmes respiratoires; période de 2 semaines d'évaluation et de retrait de l'emploi et si persistance déplacement vers autre emploi.

10% des employés exposés rapporteront des signes et des symptômes d'irritation et des problèmes respiratoires et 1% des employés déplacés vers un autre emploi ou retirés de leur emploi pendant 6 mois pour les petits employeurs (10% de 1%).

Coût annuel:  $10\% \times 1\% \times 2,2 \text{ millions de travailleurs exposés} \times \% \text{ taux de roulement annuel} \times \text{revenu moyen} \times 1,3 \text{ avantages marginaux} \times 50\% \text{ d'une année} = 5\,800\,000\$$

**Coût de formation, de communication sur les dangers d'exposition au formaldéhyde**

1987: 2 millions employés exposés à niveau entre 0,1 et 0,5ppm; 0,5heure annuellement

1991:

Coût de formation:  $\text{nombre employés exposés entre 0,1 et 0,5ppm} \times (1 + 1/2 \text{ taux de roulement}) \times (\text{salaire} \times 1,3 \text{ taux des avantages marginaux}) \times 1/2 \text{ heure}$ .

Coût de formation dans établissement de 20 employés et plus:  $\text{nombre employés exposés entre 0,1 et 0,5ppm} \times (1 + 1/2 \text{ taux de roulement}) / 20 \times 26\$ \times 1/2 \text{ heure}$ .

Coût de formation dans établissement de 20 employés ou moins:  $\text{nombre établissements} \times 26\$ \times 1/2 \text{ heure}$ .

Coût annuel: 13 500 000\$

Tableau 13: Incidence des accidents de travail aux États-Unis

**Tableau 13a.**

Nombre d'accidents du travail dus à l'exposition au formaldéhyde impliquant retrait d'au moins une journée par industrie aux USA

Année	Agriculture forêts et pêche	Mines	Construction	Manu- factures	Trans- port	Com- merce de gros	Com- merce de détail	Finance, assurances, immobilier	Services	Total Formal- déhyde	Total Général*
1993	-	-	-	44	-	-	14	18	94	170	2 252 591
1994	-	-	-	27	-	-	-	-	31	58	2 236 639
1995	-	-	-	12	-	-	-	-	-	41	2 040 929
1996	-	-	-	9	-	-	-	-	19	35	1 880 525
Moyen-né	-	-	-	23	-	-	3,5	4,5	36	76	2 102 671

SOURCE: Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor

(-) signifie donnée non disponible;

(\*) représente le total de tous les accidents du travail, toutes sources confondues.

**Tableau 13b.**

Distribution du nombre de jours de retraits suite aux accidents du travail dus à l'exposition au formaldéhyde aux USA

Année	1 jour	2 jours	3-5 jours	6-10 jours	11-20 jours	21-30 jours	> 30 jours	Total
1993	16	5		13	35	78	14	170
1994	2	22	10	3	4	5	12	58
1995	8	2	20	7	-	2	3	41
1996	21	4	6	-	1	3	-	35
Moyen-né	12	8	12	6	10	22	7	76

SOURCE: Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor

(-) signifie donnée non disponible

**Tableau 13c.**

Nombre d'accidents du travail dus à l'exposition au formaldéhyde impliquant retrait d'au moins une journée par occupation aux USA

Année	Gestion, profes- sionnels	Ventes, technique, support adminis- tratif	Service	Agricul- ture, forêts, pêche	Production, artisanat, réparations	Opérateurs, fabricants, salariés	Total Formal- déhyde	Total Général*
1993	-	115	9	-	20	22	170	2 252 591
1994	-	-	15	-	-	25	58	2 236 639
1995	-	-	18	-	-	-	41	2 040 929
1996	-	-	-	-	-	-	35	1 880 525

SOURCE: Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor

(-) signifie donnée non disponible;

(\*) représente le total de tous les accidents du travail, toutes sources confondues.

Estimation de la réduction des coûts associés à la réduction des activités de travail chez les employés <sup>1</sup>	Cas évités	Valeur des avantages
<p>1987</p> <p>2 163 101 employés exposés à un niveau supérieur à 0, 1ppm</p> <p>A) Réduction de la détresse respiratoire avec une norme d'exposition &lt;1,0ppm: 1% (ou 21 631 travailleurs par année ne souffrant plus de cette détresse)</p> <p>Méthode de calcul: nombre d'employés exposés x 1% x taux de roulement annuel x 125 jours x (5,50\$ à 23,50\$)</p> <p>B) Réduction des cas de dermatite chez les 270 000 employés utilisant un équipement de protection personnel conjugué avec surveillance médicale et formation</p> <p>Méthode de calcul: ?</p>	<p>5 911 détresses respiratoires</p> <p>11 000 dermatites</p>	<p>5 651 000\$</p> <p>35 469 000\$</p>
<p>1991</p> <p>2 156 801 employés exposés à un niveau supérieur à 0, 1ppm</p> <p>A) Réduction de la détresse respiratoire avec une norme d'exposition &lt;1,0ppm: 1% (ou 21 568 travailleurs par année ne souffrant plus de cette détresse)</p> <p>Méthode de calcul: nombre d'employés exposés x 1% x taux de roulement annuel x 125 jours x (5,50\$ à 23,50\$)</p>		<p>4,5 à 19,2 millions \$</p>

*ANNEXE 3*

**Rapport de l'étude préliminaire**

**Évaluation de l'impact d'un abaissement  
des valeurs d'expositions admissibles  
pour le formaldéhyde  
(fabrication et utilisation)**

**Volet: Risque toxicologique du formaldéhyde**

**Document préparé par:**

**Yvette Bonvalot, Ph.D.**

**Gaétan Carrier, Ph.D., M.D., Ing.**

**et**

**Michel Gérin, Ph.D.**

Université de Montréal  
Faculté de médecine  
Département de Médecine du Travail et Hygiène du Milieu

## Table de matières

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. EFFETS DU FORMALDEHYDE SUR LA SANTÉ POUR DES EXPOSITIONS PAR INHALATION À DES NIVEAUX ÉGAUX OU INFÉRIEURS À CEUX DE LA VEA ACTUELLE AU QUÉBEC .....</b>	<b>2</b>
2.1. EFFETS DUS À UNE EXPOSITION AIGUË.....	2
2.1.1. Chez l'animal.....	2
Effets systémiques respiratoires.....	2
Autres effets systémiques.....	4
2.1.2. Chez l'homme.....	4
Effets systémiques respiratoires.....	4
Effets systémiques hématologiques.....	7
Effets Immunologiques / Lymphoréticulaires.....	8
2.2. EFFETS DUS À UNE EXPOSITION SUB-CHRONIQUE.....	8
2.2.1. Chez l'animal.....	8
Effets systémiques respiratoires.....	8
Effets systémiques rénaux.....	10
Effets systémiques du type perte de poids.....	10
2.2.2. Chez l'homme.....	11
Effets sur la reproduction.....	11
Effets cancérogènes.....	11
2.3. EFFETS DUS À UNE EXPOSITION CHRONIQUE .....	12
2.3.1. Chez l'animal.....	12
Effets systémiques respiratoires.....	12
Effets systémiques du type perte de poids.....	13
Effets cancérogènes.....	13
2.3.2. Chez l'homme.....	13
Effets systémiques respiratoires.....	13
Effets systémiques musculo-squelettiques.....	16
Effets sur la reproduction.....	16
Effets cancérogènes.....	16
<b>3. NOAEL / LOAEL EXISTANTS.....</b>	<b>18</b>
3.1. CHEZ L'ANIMAL.....	19
3.2. CHEZ L'HOMME .....	20
<b>4. POSITION DES ORGANISMES RÉGULATEURS OU AUTRES.....</b>	<b>21</b>
4.1. NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH).....	21
4.2. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA).....	22
4.3. AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH).....	22
4.4. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US.EPA).....	23
4.5. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR).....	23
4.6. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC) .....	24
4.7. NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM (NTP) .....	25
4.8. CONCLUSION .....	25
<b>5. APPROCHES PROPOSÉES POUR L'ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES À LA SANTÉ LIÉS À L'INHALATION DE FORMALDEHYDE .....</b>	<b>25</b>
5.1. L'APPROCHE US.EPA ET SES LIMITES.....	25
5.2. PRISE EN CONSIDÉRATION DU MÉCANISME D'ACTION.....	26
<b>6. RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>27</b>
<b>7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>28</b>

## Liste des tableaux

TABLEAU 1: NOAEL / LOAEL DES ÉTUDES ANIMALES PRÉSENTÉES DANS CE DOCUMENT.....	19
TABLEAU 2: NOAEL / LOAEL DES ÉTUDES HUMAINES PRÉSENTÉES DANS CE DOCUMENT.....	21

**Étude préliminaire**  
**Évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'expositions admissibles**  
**pour le formaldéhyde (fabrication et utilisation)**  
**Volet: Risque toxicologique du formaldéhyde**

Document préparé par: Yvette Bonvalot<sup>1</sup>, Gaétan Carrier<sup>1</sup> et Michel Gérin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chaire en analyse de risque toxicologique, Université de Montréal, Faculté de médecine, Département de Médecine du Travail et Hygiène du Milieu  
<sup>2</sup> Département de Médecine du Travail et Hygiène du Milieu, Université de Montréal, Faculté de médecine

## **1. Introduction**

Le formaldéhyde est une substance omniprésente dans notre environnement. Il est utilisé dans plusieurs applications industrielles et on le retrouve également dans plusieurs produits d'utilisation tant industrielle que résidentielle. Il contamine notre nourriture et l'air que nous respirons à la maison et au travail. La majorité du formaldéhyde auquel nous sommes exposés dans l'environnement se trouve dans l'air ambiant (ATSDR, 1998). Dans la situation qui nous intéresse ici de révision de la valeur d'exposition admissible (VEA) actuelle dans l'air et en milieu professionnel, seule la voie par inhalation sera considérée, même si d'autres situations d'exposition professionnelle étaient susceptibles de provoquer des effets chez les travailleurs (ex. exposition par contact cutané). Mais sur ce dernier point, notons que le passage percutané du formaldéhyde serait négligeable (ATSDR, 1998).

En principe, pour déterminer l'effet de réduction de la VEA actuelle de 2 ppm plafond, il faudrait d'abord être capable d'estimer avec une précision acceptable la relation « dose - réponse » pour des effets toxiques aux concentrations de 2; 1; 0,75 ou 0,3 ppm tant en valeur plafond qu'en valeur d'exposition moyenne pondérée. Ce qui revient à chercher à déterminer la probabilité d'apparition d'irritation à ces concentrations mais aussi d'effets délétères toxiques non cancérogènes ou cancérogènes. L'objectif de cette étude préliminaire est donc dans un premier temps de faire la synthèse des effets toxiques du formaldéhyde observés ou suspectés aux niveaux voisins de la norme actuelle, ainsi qu'à des niveaux plus faibles si ces données existent. Nous nous attarderons dans un second temps à voir si des niveaux d'exposition sans survenue d'effet adverse (NOAEL ou *no observed adverse effect level*) ou des plus faibles niveaux avec survenue d'effet adverse (LOAEL ou *lowest adverse effect level*) ont pu être déterminés et, si oui, avec quels niveaux de confiance tant quantitatifs que qualitatifs. Le troisième point de notre analyse consistera à analyser la position de différents organismes régulateurs ou autres tels que le *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH), *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), *Environmental Protection Agency* (US.EPA), *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) ou encore *International Agency for Research on Cancer* (IARC), afin de voir, si possible, les données qu'ils ont considérées et les limites qu'ils leur reconnaissent. Puis le quatrième point de notre analyse portera davantage sur les méthodes d'évaluation quantitative des risques qui ont été proposées dans ce cas et les limites qu'elles comportent. Suite à cet exercice, nous émettrons des recommandations sur les travaux qui nous paraîtront pertinents pour quantifier le risque à la santé mais aussi pour caractériser de la façon la plus précise possible l'impact d'une réduction de la VEA actuelle sur la santé des travailleurs et travailleuses du Québec.

## **2. Effets du formaldéhyde sur la santé pour des expositions par inhalation à des niveaux égaux ou inférieurs à ceux de la VEA actuelle au Québec**

Le formaldéhyde a fait l'objet de très nombreuses études chez l'animal de laboratoire et chez l'humain, principalement en milieu professionnel, afin de documenter ses effets potentiels sur la santé. Toutes ces études ont fait l'objet d'une synthèse exhaustive et récente par l'ATSDR (1998). Mais ainsi que nous l'avons indiqué en introduction, seules les études par inhalation portant sur des niveaux d'exposition égaux ou inférieurs à la VEA actuelle seront considérées.

### **2.1. Effets dus à une exposition aiguë**

Plusieurs études tant animales qu'humaines semblent mettre en évidence la survenue d'effets suite à une exposition à court terme par inhalation au formaldéhyde. Aux niveaux qui nous intéressent, ces effets semblent surtout être respiratoires.

#### **2.1.1. Chez l'animal**

##### *Effets systémiques respiratoires*

Huit études (6 chez le rat, 1 chez la souris et 1 chez les cochons d'Inde) se sont intéressées à ce type d'effet à des niveaux voisins ou inférieurs à celui qui nous intéresse ici, soit de 2 ppm.

Chang et al. (1981) ont étudié l'impact sur divers paramètres respiratoires d'une exposition unique ou répétée au formaldéhyde chez des rats mâles F-344 et souris mâles B6C3F1. Trois groupes de rats et souris ont été prétraités 6 heures par jour pendant 4 jours à des niveaux de 2, 6 et 15 ppm. De 18 à 24 heures après le pré-traitement, ces groupes d'animaux et ainsi que des groupes non prétraités, ont été exposés pendant 10 minutes à des niveaux variant entre 0,4 et 56 ppm. Les taux respiratoires des rats et souris prétraités ont été significativement diminués comparativement à ceux observés chez les animaux non prétraités (17% chez les rats quelque soit le niveau de pré-traitement, et de 10% à 30% chez les souris). Chaque groupe exposé à un niveau donné était constitué de 3 à 4 animaux.

Monteiro-Riviere et Popp (1986) ont exposé des rats mâles F-344 âgés de 7 à 9 semaines, 6 heures par jour pendant 1, 2 ou 4 jours à des niveaux de formaldéhyde de 0,5; 2 et 6 ppm. Les animaux étaient sacrifiés 18 heures après la fin de leur exposition. Seuls de très faibles changements ont pu être observés sur les cellules ciliées des voies respiratoires à des niveaux de 0,5 et 2 ppm, mais ces changements pouvaient également être observés chez les témoins. Par contre, des expositions à un niveau de 6 ppm pendant 1 jour, résultaient en la présence de vacuoles autophages et de neutrophiles, mais aussi en une perte de microvilli des cellules ciliées, et une hypertrophie des cellules glandulaires et des cellules ciliées de la voie nasale. Les groupes exposés ainsi que le groupe témoin étaient constitués de 5 rats, mais seuls 3 rats de chacun des groupes exposés étaient examinés en détail.

Monticello et al. (1991) ont exposé six groupes de 36 rats mâles F-344 âgés initialement entre 6 et 7 semaines à des niveaux de formaldéhyde 0; 0,7; 2; 6; 10 et 15 ppm, 6 heures par jour pendant 1, 4 ou 9 jours pour l'étude des effets aigus et pendant 6 semaines, 5 jours par semaine pour l'étude des effets

sub-chroniques. Dans les 18 heures suivant la fin de leur exposition, les animaux recevaient une injection intra-péritonéale de thymidine tritiée (<sup>3</sup>H-thymidine), puis étaient sacrifiés 2 heures après. Aucune évidence de lésion due à l'exposition au formaldéhyde n'a été mise en évidence chez les animaux exposés à de 0,7 à 2 ppm. À 6 ppm, les lésions étaient localisées et consistaient en des nécroses des cellules épithéliales nasales, des infiltrations de neutrophiles, des hyperplasies épithéliales, des métaplasies squameuses, et une augmentation de la prolifération cellulaire. Les groupes exposés à 10 et 15 ppm présentaient des lésions dont la gravité et l'étendue devenaient d'autant plus importante qu'ils avaient été exposés plus longtemps. Une augmentation statistiquement significative de la prolifération cellulaire a été observée à partir de 6 ppm. D'après les auteurs, les réponses observées chez le rat à 6 ppm sont similaires à celles rapportées pour les singes rhésus, mais présentent une distribution (localisation) différente.

Morgan et al. (1986a) ont exposé quatre groupes de 3 rats mâles F-344 à un niveau de 15 ppm de formaldéhyde pendant 10, 20, 45 ou 90 minutes, ainsi qu'un groupe de 6 rats mâles F-344 à cette même concentration pendant 6 heures. Deux autres groupes de 3 rats ont également été exposés à 2 ppm de formaldéhyde pendant 90 minutes et 6 heures, tandis que neuf autres rats ont été exposés à l'air ambiant du système d'inhalation pendant 6 heures et servaient de témoins relativement à l'activité ciliaire, la distribution et le taux de mucus. Tous ces animaux ont été examinés aussi rapidement que possible après leur exposition afin d'évaluer l'activité nasale muco-ciliaire. D'autres groupes de 3 rats exposés à 15 ppm pendant 90 minutes et 6 heures ont été examinés 1 heure après avoir été exposés à l'air ambiant afin d'évaluer le potentiel de récupération de la fonction nasale muco-ciliaire. L'exposition des rats à 2 ppm de formaldéhyde pour 90 minutes et 6 heures n'a pas altérée l'activité nasale muco-ciliaire. Par contre, à 15 ppm, l'étendue des effets sur la fonction muco-ciliaire s'est avérée être dépendante de la durée de l'exposition, avec une surface de mucostase et de ciliastase plus importante après 6 heures d'exposition. Une heure d'exposition à l'air ambiant, suite à une exposition des rats à 15 ppm de formaldéhyde, a résulté en une récupération très nette de la fonction muco-ciliaire, voire quasi complète pour les rats exposés 90 minutes.

Morgan et al. (1986b) ont également étudié les effets sur l'appareil nasal muco-ciliaire de rats mâles F-344 d'expositions aiguës au formaldéhyde pour des durées plus longues. Pour cela, ils ont exposé des groupes de 3 rats à des niveaux de 0; 0,5; 2; 6 et 15 ppm, 6 heures par jour durant 1, 2, 4, 9 ou 14 jours (5 jours par semaine). L'inhibition de la fonction nasale muco-ciliaire s'est avérée être nettement moins sévère à 6 ppm qu'à 15 ppm, minimale à 2 ppm et indétectable à 0,5 ppm. L'exposition à 15 ppm de formaldéhyde induisait une inhibition de la fonction nasale muco-ciliaire dans des régions spécifiques du nez, avec une mucostase plus importante que la ciliastase. Écoulement nasal, mucostase, ciliastase, inflammation, prolifération de cellules épithéliales, infiltration de neutrophiles, coagulation du mucus, exfoliation des cellules ciliées, cellules non-ciliées faisaient parti des effets histopathologiques peu significatifs observés à 2 ppm, tandis qu'à 6 ppm des ulcérations nasales (effet significatif) ont pu être observées.

Swiecichowski et al. (1993) ont étudié chez des cochons d'Inde Hartley le potentiel d'induction d'une hyperémotivité des voies aériennes suite à une exposition à du formaldéhyde. La résistance pulmonaire de chaque cochon d'Inde a été mesurée avant, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30 et 60 minutes après l'exposition, tandis que la réactivité des voies aériennes a été mesurée avant, 1, 2, 6 et 24 heures après une exposition de 2 heures, et 1, 2, 3 et 24 heures après une exposition de 8 heures. En utilisant ces séquences de mesures, des groupes de 5 à 7 cochons d'Inde ont été exposés à 0.86, 3.4, 9.4 ou 31.1 ppm pendant 2 heures, et à 0,11; 0,31; 0,59 ou 1,05 ppm pendant 8 heures. Les témoins ont été exposés

à l'air ambiant 2 ou 8 heures. L'exposition au formaldéhyde a provoqué de la bronchoconstriction ainsi que de l'hyperémotivité aux concentrations les plus faibles lorsque la durée d'exposition était de 8 heures. L'exposition à des niveaux égaux ou supérieurs à 0,3 ppm de formaldéhyde pendant 8 heures s'est avérée être suffisante pour induire une augmentation significative de la réactivité des voies aériennes (augmentation de la résistance respiratoire), tandis que des effets similaires ne survenaient après 2 heures d'exposition qu'à des niveaux supérieurs à 9 ppm. D'après les auteurs les résultats de cette étude suggèrent que la durée de l'exposition est un facteur important dans l'induction d'une hyperréactivité musculaire des voies respiratoires, et que lorsque prolongées, des expositions à de faibles niveaux peuvent générer des réponses physiologiques anormales, non détectées lors d'expositions aiguës (à des niveaux plus élevés sur des périodes plus courtes).

Quant à Woutersen et al. (1987), ils ont étudié chez des rats mâles et femelles albino Wistar les effets de l'exposition sur la prolifération cellulaire à des niveaux de 1, 10 et 20 ppm de formaldéhyde 6 heures par jour pendant 3 jours. Quatre groupes de 2 animaux ont ainsi été exposés (1 groupe témoin et 3 groupes exposés). Après trois jours d'exposition, le renouvellement des cellules dans les canaux nasaux était plus élevé pour les groupes exposés à 10 et 20 ppm. Cette régénération avait lieu dans des zones où métaplasie et hyperplasie squameuse étaient visibles.

#### *Autres effets systémiques*

Aucun autre effet systémique qu'il soit cardio-vasculaire, gastro-intestinal, hématologique, hépatique, rénal, endocrinien ou global tel que la perte de poids, consécutif à une exposition à court terme (14 jours et moins) n'a été démontré chez l'animal de laboratoire aux niveaux qui nous intéressent.

### 2. 1.2. Chez l'homme

Près d'une vingtaine d'études existent, dont un grand nombre portait essentiellement sur des volontaires.

#### *Effets systémiques respiratoires*

Gorski et al. (1992) recherchaient les effets pulmonaires d'une exposition par inhalation à 0.5 mg/m<sup>3</sup> (0,41 ppm) de formaldéhyde pendant 2 heures chez 13 patients ayant présenté des dermatites de contact après exposition professionnelle avec le formaldéhyde et chez 5 volontaires en santé. Aucune modification de divers paramètres spirométriques n'a été observée (capacité vitale, volume expiratoire forcé et volume expiratoire maximal).

Green et al. (1987) ont étudié les effets pulmonaires du formaldéhyde chez 22 sujets en santé et 16 sujets asthmatiques. Ces 38 individus non-fumeurs ont été exposés aléatoirement pendant 1 heure à l'air ambiant ou à 3 ppm de formaldéhyde lors de deux journées distinctes, les sujets étaient donc leur propre témoin. Durant l'heure d'exposition les individus en santé pratiquaient un exercice physique intermittent mais intense, tandis que les sujets asthmatiques pratiquaient un exercice intermittent et modéré. Les deux groupes d'individus ont présenté des réponses similaires et significatives dans la

perception olfactive, l'irritation du nez, de la gorge et des yeux lors de l'exposition. De légères diminutions tant du volume expiratoire forcé (*forced expiratory volume* ou FEV) que de la capacité vitale forcée (*forced vital capacity* ou FVC) ont uniquement été observées chez les sujets sains, pas chez les asthmatiques qui pratiquaient toutefois un niveau d'exercice plus faible. Enfin, cinq des 38 sujets étudiés présentaient des diminutions de FEV<sub>1</sub> (volume expiratoire forcé pendant 1 seconde) de plus de 10%. Les auteurs concluaient alors que l'exposition pendant 1 heure à 3 ppm de formaldéhyde provoquait des symptômes irritatifs tant chez des sujets sains qu'asthmatiques, de faibles diminutions de la fonction pulmonaire chez des sujets normaux pratiquant des exercices intenses, et des réponses cliniquement significatives telles qu'une diminution de la FEV<sub>1</sub> 10% chez 13% des individus étudiés.

Harving et al. (1990) ont étudié chez 15 sujets asthmatiques (8 femmes et 7 hommes âgés de 15 à 36 ans) si une exposition au formaldéhyde à des niveaux similaires à ceux retrouvés à l'intérieur des locaux pouvaient produire des effets adverses des voies respiratoires inférieures. Les participants ont été assignés aléatoirement à l'un des 3 groupes de 5 individus. Chacun de ces trois groupes suivait la même séquence d'exposition définie aléatoirement, et était exposé pendant 90 minutes le même jour de la semaine pendant 3 semaines à 0; 0,12 mg/m<sup>3</sup> (ou « 0,1 ppm) et 0,85 mg/m<sup>3</sup> (ou » 0,7 ppm) de formaldéhyde. Aucun changement n'a été observé quelle que soit la concentration testée tant pour la fonction pulmonaire, que pour les symptômes d'asthme ou la réactivité bronchique.

Kulle et al. (1987) ont analysé les effets d'une exposition au formaldéhyde sur la fonction pulmonaire chez 19 sujets en santé non-fumeurs. Les sujets, qui étaient leur propre témoin, ont expérimenté 5 périodes d'exposition de 3 heures chacune. Un premier groupe de 10 sujets a été exposé aléatoirement à des concentrations de 0; 0,5; 1 et 2 ppm au repos, et à 2 ppm en faisant des exercices modérés. Tandis que le second groupe de 9 sujets a été exposé aléatoirement à des concentrations de 0, 1, 2 et 3 ppm au repos, et à 2 ppm en faisant des exercices modérés. Une semaine de « repos » séparait chaque période d'exposition. Aucune altération de la fonction respiratoire n'a été mise en évidence tant au repos que durant des exercices modérés. Par contre, une relation « dose - réponse » linéaire significative a pu être observée pour la perception olfactive et l'incidence de manifestations d'irritation des yeux chez les 9 sujets exposés entre 0 et 3 ppm. L'exercice n'a produit aucune augmentation de la perception olfactive ou de l'irritation des yeux, mais augmentait significativement l'irritation du nez et de la gorge. Les auteurs ont conclu qu'une exposition à des niveaux de formaldéhyde variant entre 0,5 et 3 ppm ne diminuait pas la fonction respiratoire d'adultes en santé mais provoquait des symptômes irritants des voies respiratoires supérieures.

Nordman et al. (1985) se sont intéressés à la prévalence des cas d'asthme induits par une exposition au formaldéhyde. Un total de 230 individus (hommes et femmes) qui avaient été exposés au formaldéhyde et souffraient de symptômes d'asthme ont été inclus dans l'étude. Sur la base de l'histoire médicale et professionnelle des individus, ainsi que des résultats de certains tests, 12 cas d'asthme ont été identifiés comme directement imputable à une sensibilisation spécifique du formaldéhyde. Lorsque exposés à 2 ppm de formaldéhyde pendant 30 minutes, 8 sujets avaient une réaction bronchique immédiate accompagnée d'une diminution des pics expiratoires variant entre 19% et 49%, tandis que 4 sujets avaient une réaction bronchique retardée accompagnée d'une diminution des pics expiratoires variant entre 21% et 47%. Notons que les auteurs concluaient que les cas d'asthme induits par le formaldéhyde étaient sous déclarés, que la suppression de l'exposition avait un effet favorable sur la réduction des symptômes, mais que des niveaux aussi faibles que ceux observés dans les maisons pouvaient maintenir les symptômes observés chez des individus déjà sensibilisés. Cependant, cette étude est la

seule qui discute de cet effet potentiel du formaldéhyde, sans mettre en évidence de relation dose-réponse et avec certaines limites méthodologiques qui incitent à la prudence dans l'interprétation de ses conclusions.

Pazdrak et al. (1993) ont réalisé une étude chez des volontaires non-rumeurs dont l'objectif était de caractériser la nature des réponses nasales induites par une exposition au formaldéhyde qui consistent en des symptômes de rhinite et des changements dans les lavements nasaux. Un premier groupe de 9 sujets (6 hommes et 3 femmes) exposés professionnellement au formaldéhyde gazeux ou à des solutions de formaline présentaient une hypersensibilité cutanée au formaldéhyde, tandis que le second groupe témoin de 11 sujets masculins en santé n'avaient aucun historique allergique. Les sujets de chacun de ces deux groupes ont tous été exposés pendant 2 heures soit à un placebo ou soit à 0,41 ppm de formaldéhyde, et des lavages nasaux ont été réalisés avant, immédiatement après puis 4 heures et 8 heures après l'exposition. Il ressort de cette étude que les sujets exposés à 0,41 ppm de formaldéhyde ont présenté des symptômes transitoires de rhinite (éternuements, congestion) et des changements histologiques dans les lavements nasaux (augmentation des niveaux éosinophiles et d'albumine, diminution du nombre de cellules épithéliales dans les échantillons de lavements nasaux). Aucune différence dans la réponse nasale n'a été observée entre les patients atteints d'hypersensibilité cutanée au formaldéhyde et les patients non atteints de cette hypersensibilité cutanée.

Reed et Frigas (1984) ont tenté de mettre en évidence une relation entre exposition au formaldéhyde et développement de symptômes d'asthme chez 13 individus (11 femmes et 2 hommes) qui avaient été exposés soit chez eux soit au travail à des niveaux de formaldéhyde variant entre 0.1 et 1.2 ppm. Ces individus rapportaient des symptômes d'oppression de la poitrine, toux et sifflement qu'ils attribuaient à leur exposition au formaldéhyde gazeux. Chacun des 13 sujets a été exposé à un placebo ou à des niveaux de 0,1; 1 puis 3 ppm de formaldéhyde et a fait l'objet de tests spirométriques avant, immédiatement après l'exposition, puis 15 minutes, 30 minutes, 1 heure, 3 heures, 6 heures et 24 heures après l'exposition. Un seul patient a présenté une diminution significative de la FEV<sub>1</sub> (> 20%), mais cette diminution était similaire avec le placebo. Pour tous les autres individus, aucune diminution significative de la FEV<sub>1</sub> n'a été observée. Par contre l'incidence de symptômes tels que l'irritation des yeux, du nez ou de la gorge ainsi que d'oppression de la poitrine se sont avérés plus fréquents après l'exposition au formaldéhyde qu'au placebo. Les auteurs ont conclu que l'exposition à des niveaux de 3 ppm de formaldéhyde ne provoquait pas de crise d'asthme chez ces individus.

Sauder et al. (1986) ont quant à eux étudié la réponse pulmonaire à une exposition de 3 heures à 3 ppm de formaldéhyde lors d'exercice intermittent chez neuf sujets en santé non-fumeurs des deux sexes. Chaque sujet était son propre témoin et recevait de l'air propre le jour 1, et 3 ppm de formaldéhyde pendant 3 heures le jour 2. Diverses mesures spirométriques ont été effectuées à t = 0, 30, 60, 90, 120, 150 et 180 minutes. Les individus faisaient un exercice de bicyclette pendant 8 minutes, qui se terminait 2 minutes avant la réalisation des mesures spirométriques (sauf à t = 0). Une exposition de 30 minutes au formaldéhyde a conduit à des diminutions significatives de la FEV<sub>1</sub> (2%; p<0.05) ainsi que du volume expiratoire forcé intermédiaire FEF<sub>25%-.75%</sub> (7%; p<0.01). Ces effets avaient néanmoins disparu 60 et 180 minutes post-exposition. Aucune modification de la réactivité des voies aériennes ou de la fonction pulmonaire n'a été observée 24 heures après l'exposition. Les auteurs ont conclu qu'une exposition aiguë à **3 ppm** de formaldéhyde était susceptible d'induire de petites diminutions transitoires de la fonction pulmonaire ainsi que des irritations légères à modérées des yeux et des voies aériennes supérieures.

Sauder et al. (1987) ont étudié la réponse pulmonaire après 3 heures d'exposition à 3 ppm de 9 sujets asthmatiques non-fumeurs (5 femmes et 4 hommes). Reprenant le même protocole que dans leur précédente étude (Sauder et al., 1986), les sujets ont été exposés à de l'air pur le jour 1 et à 3 ppm de formaldéhyde 7 jours plus tard. Diverses mesures et questionnaires ont été complétés à chaque exposition. D'après cette étude, l'inhalation de 3 ppm de formaldéhyde pendant 3 heures n'affecte pas de manière significative la fonction pulmonaire. Par contre une augmentation significative de symptômes rapportés a pu être observée lors de l'exposition au formaldéhyde. Ces symptômes comprenaient irritation du nez et de la gorge (après 30 minutes d'exposition), et irritation des yeux après 60 et 180 minutes d'exposition au formaldéhyde. Pour les auteurs, une exposition de courte durée à 3 ppm de formaldéhyde au repos ne devrait pas provoquer de bronchoconstrictions chez des sujets asthmatiques, mais pourrait induire des irritations des yeux et des voies respiratoires supérieures.

Schachter et al. (1986) ont évalué les effets d'une exposition au formaldéhyde sur la fonction pulmonaire de quinze individus (9 hommes et 6 femmes) en santé et non-fumeurs tant au repos que pratiquant de l'exercice modéré pendant 10 minutes. Ces individus ont été exposés en double aveugle et de façon aléatoire à 0 ou 2 ppm de formaldéhyde durant 40 minutes dans une chambre expérimentale avec ou sans pratique d'exercice modéré. Quatre périodes réparties sur 4 journées différentes ont donc été testées selon une séquence aléatoire pour chaque individu: au repos à 0 ppm et 2 ppm, en pratiquant de l'exercice modéré à 0 et 2 ppm. Diverses mesures spirométriques étaient effectuées avant, pendant et après l'exposition (jusqu'à 8 heures et 24 heures après par questionnaire). Aucune bronchoconstriction significative n'a été notée dans ce groupe. Les symptômes respiratoires étaient généralement confinés aux voies supérieures et étaient de sévérité légère à modérée. Les auteurs ont conclu qu'une exposition de courte durée à 2 ppm de formaldéhyde ne conduit pas à des modifications aiguës ou subaiguës de la fonction pulmonaire chez des individus en santé tant au repos que lorsqu'ils pratiquent un exercice modéré. En fait, à 2 ppm, seuls quelques symptômes d'irritation des voies supérieures ont été rapportés, symptômes par ailleurs qualifiés de subjectifs par les auteurs.

Witek et al. (1986) ont étudié les effets sur la fonction pulmonaire d'une exposition au formaldéhyde chez des individus en santé et des individus asthmatiques, au repos ou pratiquant de l'exercice. Un protocole similaire à celui décrit précédemment a été utilisé (Schachter et al., 1986). L'exposition au formaldéhyde n'a provoqué aucun changement significatif de la fonction respiratoire que ce soit chez les sujets en santé ou chez les sujets asthmatiques. Néanmoins, comme précédemment une augmentation des symptômes d'irritation nasale ou de gorge sèche a pu être notée. En 1987, ces mêmes auteurs répétaient cette étude chez 15 sujets asthmatiques volontaires (Witek et al., 1987). Les conclusions se sont avérées similaires à celles obtenues tant par Schachter et al. (1986) que par Witek et al. (1986) à savoir essentiellement des symptômes d'irritation nasale ou de gorge sèche.

### *Effets systémiques hématologiques*

Dans une étude dont le premier objectif était la réponse immunologique de sujets asthmatiques exposés au formaldéhyde par des produits d'isolation (UFFI) et des sujets asthmatiques non exposés, aucune différence dans les populations de globules blancs (lymphocytes, neutrophiles...) n'a été observée entre les deux groupes après exposition pendant 3 heures à 1 ppm (Pross et al., 1987). L'étude comprenait des individus non asthmatiques (n=2) et asthmatiques (n=4) qui habitaient des maisons « normales », ainsi que 23 individus asthmatiques exposés dans leur maison aux produits d'isolation à la mousse d'urée-formaldéhyde (UFFI), et les analyses sanguines étaient effectuées avant et après exposition.

## *Effets Immunologiques / Lymphoréticulaires*

Deux études se sont intéressées à ce type d'effet consécutivement à une exposition par inhalation. La première de ces deux études (Gorski et al., 1992) a mis en évidence qu'une exposition pendant 2 heures à 0,41 ppm provoquait une augmentation de la détection de granules présents dans les globules blancs du sang périphérique par une technique de chimiluminescence. Et la seconde n'a pas permis d'observer d'effet pour un niveau d'exposition de 1 ppm de formaldéhyde pendant trois heures (elle était réalisée chez des sujets asthmatiques exposés au formaldéhyde par des produits d'isolation (UFFI ou *urea-formaldehyde foam insulatiore*) et chez des asthmatique non exposés à ces produits (Pross et al., 1987). Ce résultat semble d'ailleurs être en contradiction avec l'étude de Pazdrak et al., 1993 qui observaient des effets visibles histologiquement au niveau nasal à un niveau d'exposition de 0,41 ppm.

## **2.2. Effets dus à une exposition sub-chronique**

### **2.2.1. Chez l'animal**

#### *Effets systémiques respiratoires*

Appelman et al. (1988) ont examiné l'impact d'une exposition au formaldéhyde sur des lésions nasales préexistantes chez des rats mâles Wistar exposés à 0; 0,1; 1 et 10 ppm de formaldéhyde 6 heures /jour, 5 jours / semaine pendant 13 ou 52 semaines. Chacun des 4 groupes de rats était constitué de 40 animaux, dont la moitié (n=20) subissait des dommages nasaux par électrocoagulation. Après 13 semaines, dans chacun des 4 groupes, 10 animaux sans dommages nasaux et 10 animaux avec dommages nasaux étaient sacrifiés. Les rats restant poursuivaient l'expérience jusqu'à 52 semaines où ils étaient sacrifiés à leur tour. Des examens histologiques ont révélé des rhinites, hyperplasie et métaplasie de l'épithélium respiratoire des rats exposés à la plus forte concentration de formaldéhyde (10 ppm). Les auteurs ont conclu que l'exposition à 1 ppm de formaldéhyde n'affectait pas de façon visible l'épithélium nasal et que l'exposition à 10 ppm n'affectait pas des organes éloignés. Les nez endommagés semblent être plus susceptibles à une action cytotoxique du formaldéhyde. Après 52 semaines, seuls les rats avec les nez endommagés présentaient des métaplasies squameuses aux concentrations de 0,1 et 1 ppm de formaldéhyde.

Casanova et al. (1994) se sont intéressés aux liaisons ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines (ou *DNA-protein cross-links*) produites après une exposition unique à du formaldéhyde marqué radioactivement. L'expérimentation comprenait 13 groupes de 20 rats F-344 chacun (10 non pré-exposés et 10 pré-exposés à 0,7; 2; 6 ou 15 ppm de formaldéhyde pendant 11 semaines et 4 jours, 5 jours / semaine et 6 heures / jour). Le 5<sup>ème</sup> jour de la 12<sup>ème</sup> semaine, les rats pré-exposés et non pré-exposés ont été exposés pendant 3 heures à une concentration équivalente à leur pré-exposition avec du formaldéhyde marqué. Les expositions à 0,7 et 2 ppm n'ont conduit à aucune différence histologique de la muqueuse nasale des pré-exposés et non pré-exposés avec les témoins. Les expositions à 6, 10 et 15 ppm de formaldéhyde résultaient en des lésions histologiques allant de l'hypertrophie épithéliale, l'hyperplasie et métaplasie squameuse, en passant par une érosion de l'épithélium et une infiltration de

neutrophiles. L'incorporation du carbone 14 était significativement plus élevée pour des niveaux de 6 et 15 ppm.

Maronpot et al. (1986) se sont intéressés aux effets d'une exposition au formaldéhyde chez des souris B6C3F1 exposées 6 heures /jour, 5 jours / semaine pendant 13 semaines à des concentrations de 0, 2, 4, 10, 20 et 40 ppm de formaldéhyde. Dix souris mâles et dix souris femelles constituaient chacun des groupes expérimentaux. Des effets sévères allant jusqu'à la mort pour le niveau le plus fort ont pu être observés aux niveaux d'exposition variant entre 10 et 40 ppm. Chez les souris femelles aucune lésion n'a pu être observée à des niveaux inférieurs ou égaux à 4 ppm, tandis que chez les souris mâles à partir de 4 ppm une métaplasie squameuse de la cavité nasale a pu être observé chez une souris. À partir de 4 ppm chez les souris mâles et 10 ppm chez les souris femelles des effets significatifs du type métaplasie squameuse, kératinisation, inflammation purulente et écoulement séreux, dégénérescence épithéliale dans les sections nasales et dyspnée.

Ainsi que nous l'avons vu précédemment Monticello et al. (1991) ont exposé six groupes de 36 rats mâles F-344 âgés initialement entre 6 et 7 semaines à des niveaux de 0; 0,7; 2; 6; 10 et 15 ppm 6 heures par jour pendant 6 semaines, 5 jours par semaine pour l'étude des effets sub-chroniques. Les résultats ont été présentés de manière plus détaillée à la section 2. 1. 1 de ce document. Rappelons que cette étude n'a démontré aucun effet jusqu'à 2 ppm, et que des effets significatifs du type nécrose des cellules de l'épithélium nasal, infiltration de neutrophiles, hyperplasie épithéliale, métaplasie squameuse, augmentation de la prolifération cellulaire apparaissaient à partir de 6 ppm.

Rusch et al. (1983) ont quant à eux étudié la toxicité du formaldéhyde chez des singes *Cynomolgus* en les exposant 26 semaines, 7 jours / semaine, 22 heures /jour à des concentrations de 0; 0,19; 0,98 et 2,95 ppm de formaldéhyde. Les deux groupes témoins et trois groupes exposés comprenaient chacun 6 singes de sexe masculin. Les singes exposés à la plus forte concentration (2,95 ppm) ont montré une augmentation d'enrouement, de congestions nasales et écoulements, et des altérations histopathologiques au niveau de l'épithélium nasal: hyperplasie et métaplasie squameuse et, particulièrement durant les 13 dernières semaines de l'étude. Aucun signe de toxicité n'a été relevé pour les niveaux plus faibles.

Dans cette même étude, Rusch et al. (1983) ont également étudié la toxicité du formaldéhyde chez des rats F-344 exposés pendant 26 semaines, 7 jours / semaine, 22 heures /jour à des niveaux similaires à ceux expérimentés chez les singes *Cynomolgus*. Pour les rats, chacun des cinq groupes était constitué de 20 mâles et 20 femelles. C'est seulement pour une exposition de 2,95 ppm que des lésions du type métaplasie squameuse des parois nasales ont pu être observées. D'autres effets du type perte de poids ont également été observés dans cette étude.

Dans la même étude que celle résumée précédemment à la section 1.1.1. pour les effets aigus, Woutersen et al. (1987) ont également étudié chez des rats mâles et femelles albino Wistar exposés 6 heures par jour, 5 jours par semaine pendant 13 semaines (exposition sub-chronique), les effets sur l'épithélium nasal d'une exposition à 0, 1, 10 ou 20 ppm de formaldéhyde. Les groupes étaient alors constitués de dix animaux, sacrifiés 18 heures après la fin de leur exposition. Les lésions observées à 10 ppm incluent des métaplasies squameuses modérées de l'épithélium nasal, tandis que l'exposition à 1 ppm de formaldéhyde n'a pu permettre de conclure quant à son potentiel cytotoxique ou non.

Woutersen et al. (1989) ont étudié les effets sur une muqueuse nasale endommagée d'une exposition sub-chronique au formaldéhyde (3 mois) et prolongée (28 mois) chez des rats Wistar. 720 rats mâles ont été utilisés, ils ont été répartis en 16 groupes d'animaux permettant de tester 4 niveaux d'exposition (0; 0,1; 1 et 10 ppm pour 3 mois et pour 28 mois chez 2/3 d'entre eux avec une muqueuse nasale endommagée et 1/3 d'entre eux avec une muqueuse nasale intacte). Chez les rats sans muqueuse nasale endommagée, aucun changement histopathologique n'a été observé dans les groupes exposés à 0, 1 et 1 ppm pendant 3 mois. Par contre l'exposition à 10 ppm a conduit à observer une augmentation de l'incidence de métaplasie squameuse et de rhinite chez les rats ayant un nez intact, ainsi qu'une augmentation de l'incidence de rhinites et de changements histopathologiques tels que métaplasie squameuse, hyperplasie des cellules basales ou pseudoépithéliales, amincissement et désorganisation de l'épithélium olfactif chez les rats qui avaient un nez endommagé.

Les effets du formaldéhyde sur l'épithélium nasal ont été étudiés par Zwart et al. (1988) chez des rats Wistar mâles et femelles. Quatre groupes de 50 mâles et 50 femelles chacun ont été exposés durant 13 semaines à des niveaux de 0; 0,3; 1 et 3 ppm 5 jours / semaine, 6 heures / jour et les tissus de leur cavité nasale examinés pour tout changement histopathologique. De tels changements ont été observés chez la plupart des rats exposés à la plus forte dose (3 ppm), et incluaient désorganisation et hyperplasie des cellules de l'épithélium respiratoire, métaplasie squameuse de la partie antérieure du nez normalement couverte de cellules de l'épithélium respiratoire. Une prolifération des cellules nasales croissante avec la dose a pu être observée (même si elle était plus faible après 13 semaines qu'après 3 semaines d'exposition), ainsi qu'un renouvellement cellulaire significativement plus important dans le groupe le plus exposé par rapport aux témoins. Aucune différence toutefois sur ce dernier point pour les groupes les plus faiblement exposés.

#### *Effets systémiques rénaux*

Seule une étude animale semble en rapporter, soit l'étude d'Appelman et al. (1988). Ces auteurs ont en effet relevé que parmi les rats mâles Wistar sans dommages nasaux par électrocoagulation exposés 6 heures / jour, 5 jours / semaine pendant 52 semaines à 10 ppm, une différence significative de la fréquence d'oligurie ( $p < 0.05$ ). Il s'agissait donc des rats mâles sans dommage nasaux les plus longtemps et fortement exposés. Cet effet ne s'est pas avéré significatif chez les rats les plus longtemps et fortement exposés qui avaient subi des dommages nasaux.

#### *Effets systémiques du type perte de poids*

Au moins cinq études animales rapportent des informations relativement à ce type d'effet.

Tout d'abord, Appelman et al. (1988) qui dans leur étude sur des rats Wistar indiquent un retard de croissance tant chez les rats avec que sans dommages nasaux après deux semaines d'exposition à 10 ppm de formaldéhyde 5 jours / semaine et 6 heures / jour. Pour les auteurs les autres effets, du type perte de poids, observés dans leur étude ne peuvent pas être reliés au traitement.

Rusch et al. (1983) quant à eux n'ont noté aucune perte de poids significative même chez leurs singes *Cynomolgus* exposés 26 semaines, 7 jours / semaine, 22 heures / jour à la plus forte concentration de leur étude soit 2,95 ppm.

Ainsi que nous l'avions signalé dans le précédent résumé de l'étude Rusch et al. (1983) portant sur les effets respiratoires, d'autres effets du type perte de poids avaient pu être observés chez les rats F-344, exposés durant 26 semaines, 7 jours / semaine, 22 heures /jour à divers niveaux de formaldéhyde. En fait, c'est au niveau d'exposition le plus élevé rencontré dans cette étude (soit 2,95 ppm) que des pertes de poids tant chez les mâles (-14, 4%) que chez les femelles (-11, 2%) ont pu être observés.

Dans l'étude de Woutersen et al. (1989) résumée précédemment pour les effets sub-chroniques respiratoires qui portait sur des rats mâles Wistar exposés durant 3 mois, 5 jours / semaine, 6 heures / jour, un retard de croissance à partir du 14<sup>ème</sup> jour de l'exposition a été noté pour le groupe le plus fortement exposé (soit à 10 ppm de formaldéhyde). Les auteurs indiquaient que dans les groupes les plus faiblement exposés, les poids des animaux sans muqueuse nasale endommagée étaient généralement légèrement inférieurs à ceux dont la muqueuse nasale avait été endommagée comparativement aux témoins.

Zwart et al. (1988) n'ont rapporté aucun effet de ce type quel que soit le niveau d'exposition testé lors de leur expérimentation sub-chronique sur des rats Wistar mâles et femelles, exposés par inhalation pendant 13 semaines, 5 jours / semaine, 6 heures /jour.

## 2.2.2. Chez l'homme

### *Effets sur la reproduction*

Ward Jr. et al. (1984) se sont intéressés à savoir si l'exposition au formaldéhyde pouvait provoquer des effets tels qu'une altération morphologique ou quantitative du sperme dans une population de travailleurs d'un service hospitalier d'autopsie. 11 individus exposés et 11 individus non exposés appariés pour le sexe, l'âge, les habitudes de consommations d'alcool, de tabac et de marijuana ont été recrutés. Les durées d'exposition étaient toutes supérieures à 1 mois, et les moyennes d'exposition pondérée estimées entre 0,61 et 1,32 ppm. Aucune différence statistiquement significative n'a pu être mise en évidence entre les exposés et les non-exposés. Néanmoins, d'après les auteurs l'absence d'effet pourrait être due au manque de puissance statistique de l'étude.

### *Effets cancérigènes*

Afin d'évaluer le potentiel cancérigène du formaldéhyde chez l'homme, Stayner et al. (1988) ont réalisé une étude de la mortalité sur une cohorte rétrospective de travailleurs exposés au moins pendant trois mois dans l'une des trois usines de vêtements considérées. Un total de 11 030 travailleurs contribuant pour 188 025 personnes - années ont été inclus. Le statut vital des individus a été retracé jusque 1982 pour 96% des individus. Le NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) avait réalisé dans chacune de ces trois usines quelques mesures d'exposition au formaldéhyde entre 1981 et 1984 dont la moyenne était de 0,15 ppm. Les auteurs indiquent cependant que cette exposition pourrait être plus élevée pour les années antérieures. De façon générale, la mortalité pour cause non malignes s'est avérée plus faible qu'attendue. Mais un excès significatif de la mortalité par cancer de la cavité buccale (SMR=343) et des tissus conjonctifs (SMR= 364) a été observé. Par contre des SMR supérieurs à 100, mais statistiquement non significatifs, ont été observés pour les cancers de la trachée,

des bronches et du poumon (SMR=114), du pharynx (SMR=112), de la vessie (SMR=145), des leucémies (SMR=113) et d'autres néoplasmes du système lymphopoiétique (SMR=170). La mortalité par cancer de la trachée, des bronches et du poumon s'est avérée être inversement reliée à la durée de l'exposition et au temps de latence, ce qui est contraire à ce qui est attendu avec une relation dose - réponse positive. Néanmoins, tous ces résultats sont basés sur de petits nombres et des facteurs de confusion non considérés sont susceptibles d'exister, de plus des limitations évidentes existent en ce qui concerne les niveaux d'exposition.

## **2.3. Effets dus à une exposition chronique**

### **2.3.1. Chez l'animal**

#### *Effets systémiques respiratoires*

Kerns et al. (1983) ont étudié les effets d'une exposition à long terme par inhalation au formaldéhyde chez des rats mâles (n=120) et femelles F-344 (n=120) et des souris mâles et femelles B6C3F1 (n = 2 x 120) exposés pendant 24 mois, 5 jours / semaine, 6 heures /jour à des niveaux de 0; 2; 5,6 et 14,3 ppm de formaldéhyde. Chacun des 4 groupes d'exposition était constitué de 30 animaux par sexe et par espèce. Initialement destinée à l'étude du potentiel cancérigène du formaldéhyde, cette étude a permis de mettre en évidence des effets chroniques respiratoires autres que le cancer. Rhinites, dysplasie épithéliale et métaplasie squameuse au niveau de l'épithélium nasal ont été observés chez tous les groupes de rats exposés, mais uniquement chez les souris moyennement et fortement exposées.

Monticello et al. (1996) ont quant à eux analysé le rôle de l'augmentation de la prolifération des cellules de l'épithélium nasal dans la formation de cancer du nez suite à une exposition par inhalation au formaldéhyde. Pour cela, des rats mâles CDF (F344/CrIbr) ont été exposés pendant 24 mois, 5 jours / semaine, 6 heures /jour à 0; 0,7; 2; 6, 10 ou 15 ppm de formaldéhyde. Les groupes étaient constitués chacun de 90 animaux ou plus. Il ressort de cette étude que le formaldéhyde induit des carcinomes de cellules squameuses de façon non linéaire (métaplasie squameuse), avec un seuil (non statistique; 0 animaux sur 96) situé dans cette expérimentation à 2 ppm, une réponse minimale (non statistique; 1 animal sur 90) à 6 ppm et une augmentation drastique à 10 (20 animaux sur 90) et 15 ppm (69 animaux sur 147). L'incidence des tumeurs nasales étaient de 1%, 22% et 47% dans les groupes exposés à 6, 10 et 15 ppm respectivement. Les auteurs concluaient que la taille de la population des cellules cibles et l'augmentation soutenue de leur prolifération cellulaire, déterminées par des différences régionales dues au passage de l'air contaminée par le formaldéhyde à ces sites, étaient les facteurs qui couplés à une cinétique non linéaire connue du formaldéhyde dans ses liaisons avec l'ADN, pouvaient expliquer la non-linéarité et la spécificité des sites concernés par l'induction de carcinomes de cellules squameuses du nez chez le rat.

Ainsi que nous l'avions indiqué précédemment l'étude de Woutersen et al. (1989) avait été réalisée à la fois pour étudier des effets sub-chroniques et des effets chroniques d'une exposition au formaldéhyde de rats mâles Wistar. Une partie d'entre eux avec et sans muqueuse nasale préalablement endommagée a été exposée pendant 28 mois, 5 jours / semaine, 6 heures /jour afin d'étudier le potentiel d'induction de tumeurs nasales du formaldéhyde. Après 28 mois d'exposition les nez non préalablement

endommagés ne présentaient aucun changement histopathologique aux concentrations les plus faibles soit 0,1 et 1 ppm. Une augmentation de l'incidence de métaplasie squameuse, de l'hyperplasie des cellules basales ou pseudoépithéliales au niveau de la muqueuse nasale et amincissement et désorganisation de l'épithélium olfactif et des rhinites ont été observées pour l'exposition la plus élevée de 10 ppm. Mais quel que soit le niveau, chez les rats dont la muqueuse nasale avait été endommagée, l'exposition au formaldéhyde a permis d'observer des métaplasies squameuses.

#### *Effets systémiques du type perte de poids*

L'observation faite dans l'étude de Woutersen et al. (1989) pour l'exposition sub-chronique vaut également pour la partie chronique de leurs analyses, à savoir un retard de croissance à partir du 14<sup>ème</sup> jour de l'exposition a été noté pour le groupe le plus fortement exposé (soit à 10 ppm de formaldéhyde). Ainsi que nous l'avions déjà rapporté, les auteurs indiquaient que dans les groupes les plus faiblement exposés, les poids étaient généralement légèrement inférieurs chez les animaux sans muqueuse nasale endommagée que ceux avec muqueuse nasale endommagée comparativement aux témoins.

#### *Effets cancérogènes*

Tel qu'indiqué à la section 2.3.1 relative aux effets chroniques systémiques de type respiratoire observés chez l'animal, Kerns et al. (1983) dans une étude dont l'objectif initial était l'analyse du potentiel cancérogène du formaldéhyde, ont pu mettre en évidence chez des rats F-344 exposés pendant 24 mois, 5 jours / semaine, 6 heures / jour à 2 ppm de formaldéhyde la survenue de carcinomes des cellules squameuses de la cavité nasale. De plus, l'inhalation de formaldéhyde semblait également être associée avec une augmentation de la fréquence d'adénomes polypoides de la cavité nasale chez les rats mâles. Ces effets n'ont pas été observés de manière significative chez les souris (seules deux souris mâles exposées à 14,3 ppm de formaldéhyde ont développé des carcinomes de cellules squameuses).

### 2.3.2. Chez l'homme

#### *Effets systémiques respiratoires*

Alexandersson and Hedenstierna (1989) ont suivi un groupe d'employés de l'industrie du bois exposés au formaldéhyde (n=47) et 20 individus non exposés entre 1980 et 1985 afin de déterminer si les effets sur la fonction respiratoire étaient transitoires ou non. La moyenne des niveaux d'exposition au formaldéhyde mesurée en 1980 était de 0,34 ppm (0,42 mg/m<sup>3</sup>) et de 0,41 ppm (0,50 mg/m<sup>3</sup>) en 1985. Peu d'informations sont néanmoins fournies sur la collecte de ces données environnementales. Des tests spirométriques ont été réalisés en 1980 le lundi avant qu'ils reprennent le travail ainsi que durant une journée de travail. Cinq ans plus tard, 18 des 20 sujets non exposés ont été réexaminés. Sur les 47 sujets initialement exposés seuls 21 ont été réexaminés car 13 ont été exclus pour diverses raisons (retraite, changement d'emploi et de type d'exposition, perdus de vue) et 13 autres n'étaient plus exposés. Les données relatives à la fonction pulmonaire ont été comparées pour tous les sujets à des valeurs de référence ajustées pour l'âge, le sexe, la grandeur et le poids. Les travailleurs exposés

présentaient une diminution significative des valeurs de leur FVC et FEV ( $p < 0.05$ ) lors de leur premier examen. La seconde évaluation 5 ans plus tard n'a pas mis en évidence de déclin additionnel. Chez les non-fumeurs exposés, la fonction respiratoire était significativement altérée durant la période de travail, mais pas chez les fumeurs qui ne bénéficiaient quasiment d'aucune amélioration de leur fonction pulmonaire durant leurs périodes de repos. Pour les auteurs cette étude a permis de mettre en évidence des effets transitoires sur la fonction respiratoire durant les périodes de travail avec un effet cumulatif avec les années. L'altération observée semblerait être néanmoins réversible après 4 semaines d'absence d'exposition.

Boysen et al. (1990) ont évalué les changements histologiques de la muqueuse nasale de travailleurs exposés professionnellement au formaldéhyde. Des biopsies nasales ont été pratiquées sur 37 travailleurs exposés au formaldéhyde pendant 5 ans ou plus qu'ils ont apparié à 37 témoins (non exposés). Les biopsies des travailleurs exposés présentaient davantage de lésions métaplasiques que celles des non exposés. Egalement, trois cas de dysplasie épithéliale ont pu être observés chez les exposés. Pour les auteurs ces observations indiquent que le formaldéhyde peut être potentiellement cancérigène chez l'homme. Mais étant donnée la multitude d'études épidémiologiques non concluantes, les résultats de cette étude tendraient, toujours selon les auteurs, à mettre en évidence le faible potentiel cancérigène du formaldéhyde mais aussi que l'exposition uniquement à du formaldéhyde serait probablement insuffisante pour induire des cancers du nez. Les niveaux d'exposition antérieurs à 1980 n'étaient pas connus. Ils ont été reconstruits en se basant i) sur des mesures réalisées après, ii) la connaissance des procédés, et iii) les observations subjectives des travailleurs. Les niveaux ainsi déterminés variaient de 0,5 à plus de 2 ppm.

Edling et al. (1988) ont analysé l'action cytotoxique du formaldéhyde sur la muqueuse nasale de 75 hommes qui avaient une exposition professionnelle au formaldéhyde ou au formaldéhyde et à la poussière de bois. Les travailleurs ayant accepté de participer à l'étude (72% sur 104 initialement approchés), ont subi un examen médical ainsi que des biopsies nasales afin d'étudier la survenue de signes précoces d'effets irritants et de changements histopathologiques de la muqueuse nasale. Ces individus avaient été exposés au formaldéhyde pendant 10.5 ans en moyenne, et entre 1 an et 39 ans au maximum. Aucune mesure environnementale ne s'est avérée être disponible avant 1975, mais quelques mesures ont été réalisées entre 1975 et 1983 qui indiquaient des niveaux en formaldéhyde variant entre 0,1 et 1,1  $\text{mg}/\text{m}^3$  (ou 0,08 et 0,9 ppm) avec des extrêmes allant jusque 5  $\text{mg}/\text{m}^3$  (ou 4,07 ppm). Il est suspecté que ces niveaux aient été supérieurs tant dans les années 60 que le début des années 70. De plus sur cette population de 75 individus âgés de 38 ans en moyenne (de 22 ans à 63 ans), 36 (soit 35%) étaient des fumeurs, 7 (soit 9%) étaient d'ex-fumeurs ayant arrêté de fumer environ une dizaine d'années auparavant et 42 (soit 56%) n'avaient jamais fumé. Le groupe témoin (non exposé) constitué de 25 individus âgés de 35 ans en moyenne (de 25 à 60 ans) comprenait 12 fumeurs (soit 48%), 4 ex-fumeurs (soit 10%), et 9 non-fumeurs (soit 36%). Parmi les observations faites dans cette étude, 60% des individus exposés au formaldéhyde ont rapporté des symptômes d'écoulements nasaux ou faisant des croûtes, et 75% se plaignaient d'avoir les yeux mouillés lorsqu'ils étaient exposés au formaldéhyde. Alors que l'examen clinique indiquait une muqueuse nasale normale dans 75% des cas, les biopsies ont mis en évidence que seuls 3 travailleurs présentaient un épithélium nasal normal. Pour les autres, on a pu noter des pertes de cellules ciliées, hyperplasie des cellules gobelets, métaplasie squameuse et dysplasie légère. D'après les auteurs, les résultats de cette étude indiquent qu'une exposition professionnelle au formaldéhyde à des niveaux variant entre 0,08 et 0,9 ppm peut provoquer des changements histopathologiques de la muqueuse nasale comparativement à des non exposés.

Dans leur étude, Garry et al. (1980) se sont intéressés aux effets sur la santé de l'exposition au formaldéhyde de résidents du Minnesota. La population étudiée comprenait 275 individus suspectés d'avoir été exposés au formaldéhyde et qui avaient été signalés au département de la santé du Minnesota entre février et juin 1979. Tous ces individus ont fait l'objet d'un examen médical suivi, pour certains d'entre eux, d'une visite de leur domicile comprenant un questionnaire incluant des questions environnementales telles que l'âge et le type de la maison ainsi que le type d'isolation et de chauffage) et une mesure ambiante du niveau de formaldéhyde (deux échantillonnages de 30 minutes dans la chambre à coucher et le salon). Trois strates d'âges ont été considérées: nouveau-nés à deux ans (24 garçons, 12 fillettes), trois ans à 13 ans (21 garçons et 9 filles), adolescents à adultes (48 hommes et 54 femmes). Les concentrations en formaldéhyde variaient de manière saisonnière, et ont oscillé entre 0,1 et 3 ppm. Tous les groupes d'âges ont rapporté des effets irritants sur les yeux, le nez et la gorge, ainsi que de la toux, des sifflements et autres problèmes respiratoires. Les individus asthmatiques ont rapporté des symptômes à des niveaux plus faibles que les non asthmatiques. Quant aux fumeurs ils semblaient être beaucoup moins sensibles aux effets irritants du formaldéhyde. Comme critiques essentielles de cette étude, notons la possibilité de facteurs confondants non pris en considération ainsi que l'absence de groupe témoin et l'absence d'information sur la durée de l'exposition, et un questionnaire qui peut probablement avoir un effet subjectif.

Holness et Nethercott (1989) ont examiné les effets d'une exposition au formaldéhyde sur les tissus respiratoires et cutanés de travailleurs de services funéraires au Canada. Quarante-quatre travailleurs (directeurs et apprentis) sur 97 potentiels ont été recrutés et comparés à 38 témoins comprenant des individus issus d'une importante organisation de service mais aussi des étudiants rémunérés pour participer. Les niveaux de formaldéhyde relevés lors d'embaumements étaient de 0,36 ppm en moyenne avec un écart-type de 0,19 ppm (de 0,08 à 0,81 ppm). Les individus recrutés ont répondu à un questionnaire, subi un examen médical ainsi que divers tests pulmonaires ou dermiques (patches). Les travailleurs de services funéraires étaient à l'emploi depuis 8,2 ans en moyenne avec un écart-type de 9,9 ans. Cette étude a mis en évidence que les symptômes rapportés (bronchite chronique, dyspnée, irritations des yeux, du nez et de la peau) étaient plus fréquents chez les embaumeurs que les témoins. Par contre, aucun effet significatif sur la FVC, FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>50%</sub> ou FEF<sub>75%</sub> n'a été mis en évidence entre exposés et non exposés. Les patches ont également mis en évidence que 10% des exposés avaient été sensibilisés au formaldéhyde contre aucun témoin.

Horvath et al. (1988) ont étudié sur 109 travailleurs de panneaux d'agglomérés ou de plastiques moulés et 254 témoins, les effets du formaldéhyde sur les membranes de la muqueuse et les poumons. Un questionnaire sur les symptômes respiratoires ressentis ainsi que des tests spirométriques ont été réalisés avant et après la journée de travail. Les niveaux d'exposition ont été déterminés pour chacun des sujets testés et variaient entre 0,17 ppm et 2,93 ppm (moyenne de 0,69 ppm). En ce qui concerne la durée d'exposition, celle-ci a été de 10,3 ans en moyenne (de moins d'un an à 20 ans). Il est à noter que pour la zone de production des panneaux d'agglomérés, des particules, provenant de poussières de bois tendres, étaient également présentes dans l'air ambiant. La prévalence de symptômes respiratoires après une journée de travail était plus élevée chez les exposés que chez les non exposés pour la toux (35% vs. 19%), les douleurs pulmonaires (9% vs. 2%), la production de glaire (27% vs. 10%), le nez qui brûle (28% vs. 2%), le nez congestionné (34% vs. 14%), des démangeaisons nasales (21% vs. 8%) et une gorge sèche ou brûlante (22% vs. 3,9%). Néanmoins, les résultats des tests spirométriques avant exposition étaient similaires dans les deux groupes mais présentaient une diminution significative pour le groupe exposé après la journée de travail. Aucune différence dans la fonction pulmonaire n'a été observée entre fumeurs et non-fumeurs. Les auteurs ont conclu que le formaldéhyde pouvait être à

l'origine de petites altérations de la fonction pulmonaire durant la journée de travail, mais que ces altérations n'affectaient pas la fonction pulmonaire de façon permanente.

Notons enfin que parmi les études ayant traité d'effets systémiques respiratoires dus à une exposition chronique et dont les niveaux d'exposition en formaldéhyde étaient inférieurs ou égaux à 2 ppm, au moins deux n'ont rapporté aucun effet, soit celle de Nunn et al (1990) et celle de Schachter et al. (1987). La première de ces deux études négatives (Nunn et al., 1990) portait sur 164 travailleurs exposés chaque jour au formaldéhyde lors de la production de résine d'urée formaldéhyde comparés à 129 travailleurs non exposés pour divers paramètres relatifs à la fonction respiratoire. Ces travailleurs ont été examinés en 1980 et en 1986, et leurs habitudes tabagiques étaient également contrôlées. Et la seconde (Schachter et al., 1987) portait quant à elle sur des travailleurs de laboratoires hospitaliers exposés régulièrement au formaldéhyde entre 1 et 21 ans, 1 à 7 jours par semaine. Il ne semblait cependant pas y avoir de réel groupe témoin dans le protocole présenté. Les sujets ont été exposés en double aveugle et aléatoirement à des concentrations de 0 et 2 ppm de formaldéhyde pendant 40 minutes avec ou sans exercice modéré de 10 minutes (soit quatre périodes d'étude considérées: 0 ppm avec ou sans exercice modéré et 2 ppm avec ou sans exercice modéré). Quelques symptômes transitoires et légers ont été rapportés dont odeur anormale et irritation des yeux, mais aucun effet sur les voies respiratoires inférieures (bronches et bronchioles) n'a été rapporté et aucun effet sur la fonction respiratoire n'a été mis en évidence.

#### *Effets systémiques musculo-squelettiques*

L'étude d'Holness et Nethercott (1989) réalisée chez 84 embaumeurs et apprentis embaumeurs du Canada et décrite précédemment pour les effets systémiques respiratoires, est l'une des rares études à avoir rapporté que 23% des travailleurs exposés comparativement à 5% des témoins présentaient une raideur musculaire ou articulaire.

#### *Effets sur la reproduction*

Dans leur étude chez 275 résidents du Minnesota dont 77 étaient de sexe féminin, Garry et al. (1980) ont déterminé un taux de fausses couches de 11,6% qui d'après eux ne diffère pas de celui rapporté dans des études réalisées sur des populations non exposées. Rapporté à la population en âge de procréer, d'après les données fournies par les auteurs, ce taux serait de 16,7% (54 femmes, environ 9 fausses couches). Le taux de prématurité observé était de 11,7%, un peu plus élevé que celui habituellement observé dans ces populations, mais plus faible que celui des femmes noires. D'après les auteurs ces observations ne sont donc pas concluantes.

#### *Effets cancérigènes*

Ainsi que nous l'avons indiqué dans l'introduction, l'objectif de cette étude préliminaire est d'analyser si les données disponibles actuellement permettent d'estimer avec une précision acceptable la relation « dose-réponse » pour des effets toxiques aux concentrations de 2; 1; 0,75 ou 0,3 ppm. Cela ne doit cependant pas nous faire oublier que d'un point de vue « identification du danger », de nombreuses

études épidémiologiques alimentent le débat entourant le potentiel cancérigène du formaldéhyde chez l'humain, et ce même si elles restent d'une portée limitée. L'IARC (1995) dans sa monographie sur les poussières de bois et le formaldéhyde indique d'ailleurs que des excès de cancers du nasopharynx ont été associés avec l'exposition dans deux des six études de cohortes portant sur des groupes de travailleurs exposés professionnellement, ainsi que dans trois des quatre études cas-témoins et dans des méta-analyses. Et même s'il semble, toujours d'après le groupe d'experts de l'IARC, que les associations observées entre l'exposition au formaldéhyde et le risque de cancer nasopharyngé ne puissent être attribuées à d'autres contaminants, incluant la poussière de bois ou le tabagisme, ces études restent d'une portée limitée essentiellement pour des raisons de mauvaises classifications de l'exposition ou des maladies, ou pour les perdus de vue. En ce qui concerne les cancers du nez (cavité nasale et sinus paranasaux), trois études cas-témoins sur six disponibles rapportent des excès alors que les études de cohorte ne mettent pas en évidence d'excès. Aucune étude n'a mis en évidence d'excès de risque de cancers oropharyngés, laryngés ou du poumon. Au total le groupe d'experts de l'IARC considère que l'ensemble des études épidémiologiques n'apporte pas une preuve complète de la cancérigénicité du formaldéhyde chez l'humain mais constitue plutôt une preuve limitée, principalement sur la base des cancers du nasopharynx et dans une moindre mesure des cancers du nez. Ceci étant précisé, les deux études que nous présentons ici chez l'humain, sont les deux études pour lesquelles l'exposition documentée présente des niveaux dans la zone des faibles doses qui nous intéressent ici.

Gérin et al. (1989) ont réalisé une étude cas - témoins afin d'étudier les associations possibles entre exposition au formaldéhyde et divers cancers (œsophage, estomac, colon - rectum, foie, pancréas, poumon, prostate, vessie, rein, mélanome et tissus lymphoïdes). Les cas de cancers incidents ont été recensés dans la population masculine âgée entre 35 et 70 ans entre septembre 1979 et décembre 1985. Un total de 4510 cas éligibles a été identifié sur lesquels 3726 ont complété les interviews ou questionnaires (soit près de 83%). Le groupe témoin de chaque type de cancer était constitué i) de 533 hommes sélectionnés d'après les listes électorales et stratifiés pour l'âge selon la distribution des âges des cas qui avaient accepté de participer sur 740 au départ, et était complété ii) par des « témoins » cancéreux souffrant d'un cancer autre que celui à l'étude. Néanmoins les individus avec cancer du poumon n'ont fait parti d'aucun groupe témoin. Après reconstruction de l'exposition potentielle au formaldéhyde, trois groupes ont été définis: moins de 0,1 ppm, de 0,1 à ppm et plus de 1 ppm. Les durées d'exposition variaient entre 1 et 20 ans. Des régressions logistiques pour chaque type de cancer ont ensuite été réalisées. Ces régressions étaient ajustées pour 5 facteurs de confusion *a priori*, soit l'âge, l'appartenance ethnique, le statut socio-économique, le tabagisme, et la « propreté » du travail de l'individu. Au cas par cas d'autres facteurs de confusion ont pu être inclus dans les logistiques. Aucun odds-ratio significatif n'a été déterminé; seul un OR s'est avéré être supérieur à 2, soit celui des adénocarcinomes du poumon avec un OR de 2,3 non significatif obtenu pour le groupe le plus exposé (intervalle de confiance = 0,9-6). Mais ainsi que le rapportent les auteurs, la possibilité d'une faible augmentation du risque ne peut être exclue. De plus, le protocole même de l'étude (cas - témoins) qui inclus des cas et témoins de diverses origines professionnelles rend d'autant plus difficile l'évaluation de l'exposition. Ainsi que l'indiquent les auteurs très peu de sujets étaient exposés à des niveaux moyens supérieurs à 1 ppm. Finalement il faut noter que les cancers des voies respiratoires supérieures (nez, pharynx) n'étaient pas inclus dans cette étude.

L'étude de Stayner et al. (1985a, 1985b) avait également comme objectif l'évaluation du potentiel cancérigène du formaldéhyde. Il s'agissait d'une étude des ratios proportionnels de mortalité

(*proportionate mortality ratio*) ainsi que d'une étude des ratios proportionnels de mortalité par cancer (*proportionate cancer mortality ratio*). De telles études supposent donc la détermination de ratios proportionnels de mortalité qui sont obtenus en divisant le nombre de décès observés pour une cause spécifique par le nombre de décès attendus basé sur la proportion des décès de cette catégorie dans la population générale. 256 décès de travailleurs issus de 3 usines de vêtements ont été inclus dans cette étude. Les trois usines utilisaient des procédés de fabrication utilisant du formaldéhyde depuis 1958 et la durée d'emploi du groupe d'individu étudié était en moyenne de 9,4 ans. Des mesures environnementales réalisées au début des années 80 dans 2 de ces 3 usines indiquaient des niveaux de formaldéhyde variant entre 0,1 et 1 ppm. Aucune donnée de concentrations environnementale n'était disponible antérieurement, celles-ci étaient néanmoins suspectées d'être supérieures à celles observées après amélioration des systèmes de résine, amélioration susceptible d'avoir fortement diminué les niveaux en formaldéhyde présents dans les vêtements. Plusieurs excès significatifs de mortalité ont été mis en évidence pour les cancers de la cavité buccale (PMR=750), les cancers des passages biliaires et hépatiques (PMR=313), ainsi que pour les cancers de sites lymphatiques et hématopoïétiques (PMR=400). En limitant l'analyse aux décès par cancers uniquement, on obtient les ratios proportionnels de mortalité par cancer (PCMR). Ceux-ci se sont également avérés élevés pour la cavité buccale (PCMR=682), les passages biliaires et hépatiques (PCMR=274), ainsi que pour les sites lymphatiques et hématopoïétiques (PMR=342). Pour les auteurs, étant donné le peu de décès dans chacune des catégories et le manque de consistance avec les résultats d'autres études, le degré de confiance à accorder à ces PMR est limité. Néanmoins, d'après eux, le fait que les excès aient été observés chez des travailleurs avec une longue période de latence (supérieure à 10 ans) et d'exposition, et qu'aucun autre facteur environnemental connu puisse expliquer les observations faites, tendent à supporter l'hypothèse que ces excès soient associés avec l'exposition au formaldéhyde.

### **3. NOAEL / LOAEL existants**

Nous reprenons ici les divers NOAEL et LOAEL pour effet peu significatif (*less serious effect*) et effet significatif (*serious effect*) déterminés par l'ATSDR (1998) pour chacune des études ayant rapporté des niveaux de formaldéhyde inférieurs ou égaux à 2 ppm, en nous efforçant toutefois d'indiquer un niveau de confiance dans les interprétations de l'ATSDR qui ne sont que très rarement justifiées. Par définition, un LOAEL pour effet peu significatif correspond à un niveau d'exposition qui ne devrait pas pouvoir induire des effets susceptibles de provoquer un dysfonctionnement important ou la mort. Ces NOAEL / LOAEL de l'ATSDR ne sont pas forcément définis sur une base statistique, il peut parfois s'agir de NOAEL / LOAEL définis uniquement sur une base « biologique », ce qui n'est pas spécifié par l'ATSDR. De plus, rappelons que le niveau de 2 ppm correspond à la valeur d'exposition admissible actuelle de type plafond du Québec, et qu'étant donnée la multitude d'études par inhalation existantes et l'objectif de révision à la baisse de ce niveau, seules les études présentant des niveaux inférieurs ou égaux à cette valeur ont été présentées ici, et ce tant pour l'animal que l'humain. Des NOAEL et LOAEL parfois supérieurs à cette valeur peuvent toutefois être indiqués lorsque les études concernées présentaient plusieurs niveaux d'exposition dont au moins un était inférieur ou égal à 2 ppm et concernait l'absence ou la présence d'effets pertinents.

### 3.1. Chez l'animal

Sur le tableau n°1 suivant, on peut constater que pour les effets aigus, seule une étude se démarque des 7 présentées ici par son protocole et le nombre d'animaux impliqués. Cette étude (Monticello et al., 1991) permet de déterminer un NOAEL chez le rat mâle F-344 de 2 ppm et un LOAEL pour effet significatif de 6 ppm.

En ce qui concerne les effets sub-chroniques et si seules les études présentant un niveau de confiance élevé sont considérées, le plus fort NOAEL serait à 3 ppm (perte de poids dans l'étude de Zwart et al., 1988) et le plus faible LOAEL également à 3 ppm pour un effet peu significatif avec cette même étude de Zwart et al. (1988) et à 6 ppm pour un effet significatif avec l'étude de Monticello et al. (1991).

**Tableau 1 : NOAEL / LOAEL des études animales présentées dans ce document**

Effets	Espèce, Sexe	NOAEL <sup>+</sup>	LOAEL <sup>+</sup>		Référence	Niveau de Confiance
			peu significatif	significatif		
<b>Aigus</b>						
Systémiques respiratoires	Rats F-344		2		Chang et al (1981)	Faible
	Souris B6C3F1		2			Faible
	Rats F-344	2	6		Monteiro-Riviere et Popp (1986)	Faible
	Rats F-344	2		6	Monticello et al (1991)	Elevé
	Rats F-344	2	15		Morgan et al (1986a)	Faible
	Rats F-344	0,5	2	6	Morgan et al (1986b)	Faible
	Cochons d'inde Hartley	0,5	1,05		Swiecichowski et al (1993)	Faible
	Rats et Wistar	1	10		Woutersen et al (1987)	Faible
<b>Sub-chroniques</b>						
Systémiques respiratoires	Rats Wistar	1	10		Appelman et al (1988)	Moyen
	Rats F-344	2	6		Casanova et al (1994)	Faible
	Souris B6C3F1	2		4	Maronpot et al (1986)	Faible
	Souris B6C3F1	4		10		Faible
	Rats F-344	2		6	Monticello et al (1991)	Elevé
	Singes Cynomolgus	0,98	2,95		Rusch et al (1983)	Faible
	Rats et F-344	0,98	2,95			Moyen
	Rats et Wistar	1	10		Woutersen et al (1987)	Faible
	Rats Wistar	1	10		Woutersen et al (1989)	Elevé
	Rats et Wistar	1	3		Zwart et al (1988)	Elevé
Systémiques rénaux	Rats Wistar	1		10	Appelman et al (1988)	Moyen
Type perte de poids	Rats Wistar	0,1	10		Appelman et al (1988)	Moyen
	Singes Cynomolgus	2,95			Rush et al (1983)	Faible
	Rats et F-344	0,98	2,95			Moyen
	Rats Wistar	1	10		Woutersen et al (1989)	Elevé
	Rats et Wistar	3			Zwart et al (1988)	Élevé
<b>Chroniques</b>						
Systémiques respiratoires	Rats et F-344			2	Kerns et al (1983)	Elevé
	Souris et B6C3F1	2	5,6			Élevé
	Rats CDF	2	6		Monticello et al (1996)	Elevé
	Rats Wistar	1	10		Woutersen et al (1989)	Elevé
Type perte de poids	Rats Wistar	1	10		Woutersen et al (1989)	Élevé
Cancérogènes	Rats et F-344			2	Kerns et al (1983)	Élevé

+ en ppm de formaldéhyde

\* par rapport aux conclusions de l'ATSDR (1998), en tenant compte en particulier de la taille des groupes  
( 10 faible, [11 a 30[ moyen, 30 élevé)

Quant aux effets chroniques, toutes les études expérimentales qui s'y rapportent semblaient présenter des protocoles pertinents comprenant également un nombre d'animaux satisfaisant. Parmi ces études, le plus fort NOAEL de 2 ppm a été obtenu par Kerns et al. (1983) et Monticello et al. (1991), tandis que le plus faible LOAEL pour effet peu significatif de 5,6 ppm a été obtenu avec l'étude de Kerns et al. (1983), tout comme celui de 2 ppm pour effet significatif.

### **3.2. Chez l'homme**

En ce qui concerne les études humaines, seule une analyse approfondie des protocoles sur des critères strictes préalablement définis permettrait d'établir un niveau de confiance catégorique du type de celui défini pour les données animales. Chaque étude présente en effet des particularités qui lui sont propres qui rendent un tel exercice beaucoup plus complexe et de longue haleine. C'est pourquoi, nous avons préféré abandonner à ce stade une telle classification qualitative. Notons toutefois, qu'aucune étude ne semblait se démarquer clairement que ce soit pour les effets aigus, sub-chroniques et chroniques. Toutes renferment des points critiquables susceptibles d'avoir introduit une incertitude tant qualitative que quantitative dans les observations rapportées.

Sur le tableau n°2 on peut constater que chez l'humain et pour les effets aigus dus à une exposition au formaldéhyde, le NOAEL le plus élevé est de 3 ppm et a été déterminé par l'étude de Reed et Frigas (1984), tandis que le LOAEL le plus faible pour effet peu significatif est de 0,41 ppm et a été déterminé par l'étude de Pazdrak et al. (1993) relativement à des effets systémiques de type respiratoire, mais aussi par l'étude de Gorski et al. (1992) pour des effets de type immunologiques et lymphoréticulaires. Notons qu'aucun LOAEL pour effet significatif n'a été proposé par ATSDR (1998) pour ces études.

En ce qui concerne les effets sub-chroniques, le seul NOAEL disponible est à 1,32 ppm (absence d'effet sur le sperme) et a été obtenu avec l'étude de Ward Jr. et al. (1984), tandis que le seul LOAEL disponible est de 0,15 ppm. Ce LOAEL se rapporte à des effets cancérogènes observés dans l'étude de Stayner et al. (1988) qui présente cependant de nombreuses limites.

Pour finir, aux niveaux qui nous intéressent ici (inférieurs ou égaux à 2 ppm), deux études épidémiologiques ont conduit l'ATSDR à définir des LOAEL pour effets significatifs de type cancer. Il s'agit de l'étude de Gérin et al. (1989) et de Stayner et al. (1985a, 1985b). Pour ATSDR (1998) ces études permettent de déterminer un LOAEL inférieur à 1 ppm dans le premier cas, et un LOAEL qui serait compris entre 0,1 et 1 ppm dans le second. Cependant, de nombreuses limitations entachent ces deux études qui rendent pour le moins très critiquables et incertaines les conclusions de l'ATSDR.

**Tableau 2: NOAEL / LOAEL des études humaines présentées dans ce document**

Effets	Sexe	NOAEL <sup>+</sup>	LOAEL <sup>+</sup>		Référence
			peu significatif	Significatif	
<b>Aigus</b>					
Systémiques respiratoires	(?)	0,41			Gorski et al. (1992)
	et		3		Green et al. (1987)
	et	0,70			Harving et al. (1990)
	et		2		Kulle et al. (1987)
	et		2		Nordman et al. (1985)
	et		0,41		Pazdrak et al. (1993)
	et	3			Reed and Frigas (1984)
	et		3		Sauder et al. (1986)
	et		3		Sauder et al. (1987)
	et		2		Schachter et al. (1986)
	et	(?)		2	Witek et al. (1986)
	et			2	Witek et al. (1987)
Systémiques hématologiques	NS	1			Pross et al. (1987)
Immunologiques / Lymphoréticulaires	(?)		0,41		Gorski et al. (1992)
	NS	1			Pross et al. (1987)
<b>Sub-chroniques</b>					
Reproduction		1,32			Ward Jr. et al. (1984)
Cancérogènes	et			0,15	Stayner et al. (1988)
<b>Chroniques</b>					
Systémiques respiratoires	(NS)		0,34		Alexanderson et Hedenstierna (1989)
	(NS)		0,50		Boysen et al. (1990)
			0,08		Edling et al. (1988)
	et		0,1 à 3		Garry et al. (1980)
	et		0,36		Holness et Nethercott (1989)
	et		0,69		Horvath et al. (1988)
		2			Nunn et al. (1990)
	et	2			Schachter et al. (1987)
Systémiques musculo-squelettiques	et		0,36		Holness et Nethercott (1989)
Reproduction		3			Garry et al. (1980)
Cancérogènes				< 1	Gérin et al. (1989)
	et			0,1 à 1	Stayner et al. (1985a, 1985b)

NS: non spécifié

+ en ppm de formaldéhyde

#### 4. Position des organismes régulateurs ou autres

##### 4.1. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)

Historiquement, les premiers critères furent proposés par le NIOSH en 1976. À cette époque le formaldéhyde n'était pas considéré cancérigène par cet organisme, et le niveau recommandé était une concentration en formaldéhyde de 1 ppm dans l'air ambiant pour toute période d'échantillonnage de 30 minutes (NIOSH, 1976).

Dès 1981, le NIOSH recommandait que le formaldéhyde soit manipulé comme doit l'être un cancérigène professionnel potentiel et que les mesures de contrôle appropriées soient mises en place afin de réduire l'exposition des travailleurs. Leurs recommandations étaient basées principalement sur

les résultats d'une étude de l'Institut de toxicologie industrielle (*Chemical Industry Institute of Toxicology*) dans laquelle des rats et souris exposés au formaldéhyde par inhalation développaient des cancers du nez (NIOSH, 1981). Mais c'est seulement en 1988 que le NIOSH recommandait une limite d'exposition (REL ou *recommended exposure limit*) de 0,016 ppm en moyenne pondérée sur 8 heures tenant compte de ce potentiel cancérigène qu'il reconnaissait au formaldéhyde, et de 0,1 ppm en valeur plafond déterminée sur n'importe quel échantillon de 15 minutes (NIOSH, 1988).

#### **4.2. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)**

Pendant administratif du NIOSH, l'OSHA quant à elle, classe le formaldéhyde comme un cancérigène humain potentiel provoquant des cancers du nez et du poumon, et qui aurait d'autres liens possibles avec d'autres cancers (cerveau et leucémie) (OSHA, 1999). Les limites d'expositions permises (*permissible exposure limit* ou PEL) dans tous les lieux de travail (industrie en général, construction, industrie navale, agriculture exclue) sont de 0,75 ppm comme moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures, et de 2 ppm comme limite d'exposition court - ternie (exposition maximale permise durant 15 minutes). L'OSH Act définit également un niveau d'action fixé à 0,5 ppm et mesuré comme une moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures. Ce niveau d'action requiert, entre autres, la mise en place de procédures de surveillance et de suivi lorsque l'exposition dépasse cette valeur (OSHA, 1995).

#### **4.3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)**

De 1983 à 1991, les valeurs limite seuil (TLV ou *threshold limit value*) étaient une moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures de 1 ppm et une valeur limite d'exposition à court terme de 2 ppm. Mais dès 1989, l'ACGIH proposait d'abolir ces deux TLV (TLV-TWA et TLV-STEL) pour les remplacer par une valeur limite seuil de type plafond (*TLV-ceiling*) de 0,3 ppm sur la base des effets irritants rapportés tant en milieu professionnel que dans d'autres milieux. Par cette proposition adoptée en 1992, l'ACGIH ne s'attendait pas à voir disparaître complètement les plaintes d'irritation associées avec une exposition à ce composé, mais que cela diminuerait leur nombre de manière significative.

L'ACGIH a proposé de classer le formaldéhyde A2 dès 1981, proposition qui fut adoptée en 1985 (ACGIH, 1991). Cette classification qualitative du potentiel cancérigène du formaldéhyde signifie que l'ACGIH le suspecte d'être un cancérigène humain. En fait, pour l'ACGIH cette définition est utilisée principalement lorsque l'évidence du potentiel cancérigène est limitée sur la base des données humaines mais suffisante sur la base de données expérimentales (ACGIH, 1999). Encore en vigueur en 1998 (ACGIH, 1998), l'ACGIH vient néanmoins en 1999 de proposer une modification à ses recommandations qui restent similaires pour l'instant à celles de 1992-1998. En plus de toujours considérer le formaldéhyde comme un cancérigène suspect chez l'homme (classification A2), l'ACGIH propose d'indiquer que ce composé présente, sur la base des connaissances scientifiques disponibles, un potentiel confirmé de sensibilisation soit par contact cutané ou par inhalation (ACGIH, 1999).

#### 4.4. Environmental Protection Agency (US.EPA)

La dernière révision faite par l'US.EPA sur le formaldéhyde remonte à 1991 en ce qui concerne la cancérogénèse, mais si une dose de référence est disponible pour l'ingestion de formaldéhyde, aucune ne s'avère être disponible pour l'inhalation.

L'US.EPA qui comme l'IARC, le NTP et l'ACGIH dispose d'une classification du potentiel cancérogène, classait alors le formaldéhyde dans le groupe B1, soit une substance probablement cancérogène chez l'homme d'après des études humaines limitées et des études animales suffisante (US.EPA, 1991a). Pour cet organisme, au moins 9 études mettent en évidence des associations significatives entre des sites spécifiques de néoplasmes respiratoires et l'exposition au formaldéhyde ou à des produits contenant du formaldéhyde. Quant aux données animales long terme, elles font ressortir une augmentation de l'incidence de carcinomes des cellules squameuses du nez. De plus, toujours pour l'EPA, tant les données in vitro sur la génotoxicité du formaldéhyde que sa proximité structurale avec d'autres aldéhydes cancérogènes tels que l'acétaldéhyde, viennent appuyer cette classification.

D'un point de vue quantitatif, l'US.EPA proposa dès 1987 un coefficient d'excès de risque unitaire pour l'inhalation de formaldéhyde (*inhalation unit risk*) de  $1,3 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  ou encore de  $1,60 \times 10^{-2} \text{ppm}^{-1}$  (sachant qu' $1 \text{ mg}/\text{m}^3$  équivaut à 0,81 ppm). Ce coefficient avait été obtenu par la procédure de linéarisation du modèle multistage avec un excès de risque exprimé sous la forme additive. Les données à la base de ce coefficient unitaire d'excès de risque par inhalation étaient les données relatives aux rats mâles F-344 de l'étude de Kerns et al. (1983) portant sur les carcinomes des cellules squameuses du nez et l'échelle de dose utilisée était alors celle des concentrations environnementales auxquelles étaient exposés les animaux.

Néanmoins, l'US.EPA a révisé sa position en 1991 et a intégré divers aspects non présentés dans les fiches d'information fournies par IRIS (US.EPA, 1991b). Dans cette révision, US.EPA proposait entre autres de ne pas considérer comme échelle de dose les concentrations environnementales, mais de privilégier des données relatives aux liaisons ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines comme « substitut des concentrations délivrées aux cellules cible », et recommandait l'utilisation des données sur les singes Rhésus et sur les rats F-344 de l'étude de Casanova et al. (1989) afin de tenir compte de l'impact de la morphologie de l'appareil respiratoire supérieur dans les extrapolations du rat au singe et d'être ainsi plus proche de l'humain (Starr, 1990). Suite à ces travaux, l'US.EPA proposa en 1991 un coefficient d'excès de risque unitaire pour l'inhalation de formaldéhyde révisé (*inhalation unit risk*) de  $2,7 \times 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  ou encore de  $3,3 \times 10^{-4} \text{ppm}^{-1}$  (ATSDR, 1998).

Ce même coefficient est utilisé par l'ATSDR (1998) pour présenter les limites inférieures de l'intervalle de confiance à 95% des concentrations virtuellement sûres en formaldéhyde correspondant aux excès de risque de cancer variant entre  $10^{-4}$  et  $10^{-7}$ . Ces concentrations varient entre  $6,3 \times 10^{-3} \text{ppm}$  à  $6,3 \times 10^{-6} \text{ppm}$  respectivement.

#### 4.5. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)

En ce qui concerne le potentiel cancérogène du formaldéhyde, l'ATSDR ne prend pas clairement position. Elle se limite à rappeler les classifications qualitatives proposées par l'US.EPA, l'IARC et le

NTP. Par contre, l'ATSDR développe pour chaque type d'effet (aigu, sub-chronique et chronique) et chaque voie d'exposition des niveaux de risque minimum (MRL ou *Minimal Risk Level*) lorsque les données le permettent.

Pour ce qui est de l'exposition au formaldéhyde par inhalation, l'ATSDR propose trois MRL. Le premier MRL concerne les effets aigus. Il a été dérivé à partir des données humaines de l'étude de Pazdrak et al. (1993) pour laquelle une augmentation des éternuements, de la congestion nasale, des sensations transitoires des yeux et du nez qui brûlent, des comptes élevés d'éosinophiles ainsi qu'une augmentation transitoire de l'albumine contenue dans les fluides nasaux obtenus par lavement avaient pu être observé pour une exposition à 0,41 ppm de formaldéhyde pendant 2 heures. Cette valeur correspond d'ailleurs au LOAEL minimum observé sur les différentes études humaines portant sur des effets aigus. Un facteur de sécurité de 9 (3 pour l'utilisation d'un LOAEL minimal et 3 pour la variabilité humaine) a ensuite été appliqué pour conduire à un MRL aigu et par inhalation de 0,05 ppm.

En ce qui concerne le MRL subchronique et par inhalation, l'ATSDR a considéré l'étude de Rusch et al. (1983) réalisée sur des singes *Cynomolgus* essentiellement car c'est l'espèce anatomiquement la plus proche des humains. Pour dériver son MRL subchronique, l'ATSDR a utilisé le NOAEL de cette étude, soit 0,98 ppm et a appliqué un facteur d'incertitude de 100 (10 pour l'extrapolation animal - homme et 10 pour la variabilité humaine), soit un MRL sub-chronique par inhalation de 0,01 ppm.

Quant au MRL chronique par inhalation, l'ATSDR a considéré dans ce cas l'étude de Edling et al. (1988) qui portait sur des travailleurs exposés professionnellement au formaldéhyde. Cette étude correspond d'ailleurs à l'étude pour laquelle le plus faible LOAEL a été observé parmi l'ensemble des autres LOAEL disponibles qui étaient issus d'études chroniques humaines. Chez ces travailleurs, la survenue de rhinites ainsi que de croûtes dans le nez, de métaplasie squameuse de la muqueuse nasale, de la perte de cellules ciliées, et d'hyperplasie ou dysplasie des cellules gobelets avait conduit l'ATSDR à déterminer un LOAEL entre 0,08 et 0,09 ppm. Pour dériver son MRL, l'ATSDR a ensuite appliqué à ce LOAEL un facteur d'incertitude de 30 (10 pour l'utilisation d'un LOAEL minimal et 3 pour la variabilité humaine), ce qui a conduit à un MRL chronique par inhalation de 0,003 ppm.

#### **4.6. International Agency for Research on Cancer (IARC)**

Depuis 1969, l'IARC a initié un programme en charge d'évaluer le risque cancérigène des substances chimiques chez l'homme et de produire des monographies sur les composés chimiques. Chaque monographie comprend une revue critique et une évaluation des études disponibles pour une substance ou un mélange donné. Dans le cas qui nous intéresse ici, l'IARC a produit une monographie en 1995 qui, pour le formaldéhyde, était une révision de précédents travaux réalisés en 1982 et 1987 (IARC, 1995). Ainsi que nous l'avons indiqué à la section 2.3.2 de ce document relative aux effets chroniques cancérigènes du formaldéhyde chez l'homme, dans cette récente monographie, l'IARC conclut à une évidence limitée des données humaines en ce qui concerne le potentiel cancérigène du formaldéhyde, et à une évidence suffisante chez l'animal. Ce qui place le formaldéhyde dans le groupe des substances dites 2A, c'est à dire probablement cancérigènes chez l'humain.

#### **4.7. National Toxicology Program (NTP)**

Pour le *National Toxicology Program*, il y a suffisamment d'évidence du potentiel cancérigène du formaldéhyde gazeux chez l'animal. Le NTP indique d'ailleurs que lorsque ce composé est administré par inhalation il induit des carcinomes des cellules squameuses de la cavité nasale chez les rats des deux sexes. En ce qui concerne les données humaines, le NTP conclut comme l'IARC qu'elles sont limitées même si plusieurs études semblent mettre en évidence certains excès de cancer en particulier du nez et du nasopharynx. Le NTP dispose également d'une classification qualitative du potentiel cancérigène des substances qu'il étudie. Cette classification comprend deux catégories: celle des substances connues pour être un cancérigène humain, et celle des substances raisonnablement anticipées d'être un cancérigène humain. Le formaldéhyde est classé dans la seconde catégorie du NTP (NTP, 1998).

#### **4.8. Conclusion**

Force est donc de constater que la plupart des organismes régulateurs ou autres s'entendent pour suspecter le formaldéhyde de potentiel cancérigène chez l'homme. Des divergences apparaissent toutefois en ce qui concerne les niveaux d'exposition recommandés. En milieu professionnel, on observe des divergences dans le mode d'application des limites d'exposition proposées. L'ACGIH ne parle que de valeur plafond, alors que l'OSHA et le NIOSH définissent une limite d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures ainsi qu'une limite d'exposition court terme. En ce qui concerne les effets aigus, le niveau de risque minimum de l'ATSDR est légèrement supérieur à la TLV-TWA du NIOSH, mais est similaire à celui-ci pour les effets sub-chroniques. Il reste que la position, certes vie - entière, de l'US.EPA et de l'ATSDR quant à la dose virtuellement sûre correspondant à des excès de risque de  $10^{-4}$  à  $10^{-7}$ , n'est pas si loin du MRL chronique dérivé par l'ATSDR (pour un excès de risque fixé à  $10^{-4}$ ), mais est globalement beaucoup plus faible que les autres valeurs présentées ici. En première approximation, si le coefficient unitaire d'excès de risque proposé par l'US.EPA était conforme à la réalité, ceci signifierait que le niveau, du type moyenne pondérée sur 8 heures, recommandé par le NIOSH correspondrait à un excès de risque de  $5,3 \times 10^{-6}$  vie entière. Néanmoins un ajustement serait nécessaire pour convertir ces niveaux d'exposition vie entière dans l'environnement à des niveaux d'exposition type vie professionnelle.

### **5. Approches proposées pour l'évaluation quantitative des risques à la santé liés à l'inhalation de formaldéhyde**

Une littérature relativement abondante discute de divers aspects entourant la problématique de l'évaluation quantitative des risques à la santé liés à l'inhalation de formaldéhyde. Nous nous attarderons ici à une partie de la littérature qui traite de l'évaluation des effets cancérigènes aux faibles doses.

#### **5.1. L'approche US.EPA et ses limites**

Il semble que les premiers à avoir utilisé la procédure de linéarisation du modèle multistage soient Siegel et ses collaborateurs qui en 1983 proposaient une évaluation du risque associé à l'exposition au

formaldéhyde de travailleurs exposés professionnellement. Partant du constat de données humaines limitées, ils ont donc proposé d'utiliser les données animales qui étaient jugées les plus appropriées pour faire des inférences quant aux risques chez l'homme (soit les données relatives aux rats mâles F-344 connues par la référence de Kerns et al., 1983). Le modèle multistage qui s'ajustait initialement (avant linéarisation du modèle) aux données était de type cubique pur (le terme linéaire était absent).

Cette première approche avait d'ailleurs été reprise par US.EPA en 1987 (US.EPA, 1991a). Et suite à ses travaux, l'US.EPA proposa un coefficient d'excès de risque unitaire pour l'inhalation de formaldéhyde (*inhalation unit risk*) de  $1,3 \times 10^{-5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>-1</sup> ou encore de  $1,60 \times 10^{-2}$  ppm<sup>-1</sup>.

Mais en 1989, Brown démontrait l'incohérence des résultats obtenus par une telle approche. Pour ce faire, Brown (1989) s'attarda non seulement à comparer les prédictions de divers modèles ajustés au même jeu de données, mais aussi à analyser les conséquences en terme d'incidence des cancers du nez dans la population générale. Pour elle, non seulement la procédure EPA conduit à des résultats erronés, mais la forte non-linéarité qui peut être observée dans les données animales relatives aux tumeurs indique que cette procédure n'est pas adaptée pour cette situation.

Starr (1990), qui s'inscrivait dans le même courant critique que Brown (1989) quant à la linéarité des données, allait quant à lui un peu plus loin en proposant d'améliorer les prédictions du modèle non pas en utilisant comme échelle de dose, les doses externes d'exposition, mais en utilisant une mesure interne basée sur les liaisons ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines. Il obtenait ainsi des estimés d'excès de risque, à dose fixée, plus faibles que ceux obtenus avec la mesure externe, et démontrait également que les données obtenues chez des singes qui indiquaient une plus faible susceptibilité que les rats pour les liaisons ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines et qui permettaient une meilleure base d'extrapolation du rat au singe, conduisaient à des estimés de risque également plus faibles que ceux obtenus avec les rats.

Suite à ces analyses critiques, l'US.EPA révisait sa position en 1991 et intégrait les éléments apportés par Brown (1989) et Starr (1990). Ce qui a conduit l'US.EPA à proposer un coefficient d'excès de risque unitaire pour l'inhalation de formaldéhyde révisé (*inhalation unit risk*) de  $2,7 \times 10^{-7-7}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>-1</sup> ou encore de  $3,3 \times 10^{-4}$  ppm<sup>-1</sup> (US.EPA, 1991b; ATSDR, 1998).

## 5.2. Prise en considération du mécanisme d'action

Suite tant aux travaux de Brown (1989), Starr (1990) et de l'US.EPA, d'autres ont proposé des approches d'évaluation des risques tenant davantage compte des mécanismes d'action du formaldéhyde.

Il semble que Conolly et Andersen (1993) furent les premiers à aller dans cette voie. Leur proposition, initialement plus générale, consistait en un modèle d'exposition - réponse pour les cancérigènes chimiques à la fois générique et mécaniste. Ce modèle est composé de trois sous modèles: le premier sous-modèle porte sur la dosimétrie tissulaire, il est le plus souvent de type PBPK (pharmacocinétique à base physiologique) et fait le lien entre concentration externe et dosimétrie aux organes, tissus ou cellules cibles; le second sous-modèle décrit les réponses tissulaires précoces (dommages à l'ADN, cytoléthalité, stimulation mitogénique,...) et fait le lien entre la «dose tissulaire» et ces effets cellulaires; quant au troisième sous-modèle, c'est un sous-modèle basé sur les mécanismes de

cancérogène (le modèle MVK ou Moolgavkar-Venzon-Knudson) qui décrit au niveau cellulaire le rôle des réplifications et mutations dans la naissance de tumeurs malignes. Ils appliquent au formaldéhyde cette démarche, ce qui leur permettait de mettre en évidence les limites des connaissances de l'époque.

Conaway et al. (1996) discutent de l'état des connaissances sur le formaldéhyde et sur son mécanisme d'action dans le cas des effets cancérogènes. Plusieurs aspects sont discutés en détail: la formation de liaison ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines, l'augmentation de la prolifération cellulaire et de la cytotoxicité ainsi que les mécanismes de protection de l'appareil muco-ciliaire. Pour ces auteurs, toutes les informations mécanistes disponibles confirment la forme de sous-linéarité de la courbe dose-réponse (*sublinear dose-response curve*). Ils soulignent qu'aucune évaluation des risques du formaldéhyde n'a intégré jusqu'à présent l'information sur l'augmentation de la prolifération cellulaire, et que l'utilisation d'information sur les niveaux ADN-formaldéhyde / formaldéhyde-protéines réalisée par certains est une façon d'intégrer des informations mécanistes qui dans le cas du formaldéhyde conduisent par rapport aux estimés initiaux de l'US.EPA (1987) à une réduction d'un facteur 50 l'excès de risque de cancer chez l'humain estimé par l'US.EPA.

Plus récemment, d'autres sont allés encore un peu plus loin, en tentant en particulier d'élargir le débat pour les cancérogènes épigénétiques qui présentent des courbes dose-réponse (ou exposition-réponse) aussi fortement sous-linéaires que le formaldéhyde (Butterworth and Bogdanffy, 1999; Butterworth et al., 1995; McClellan, 1995). Car non seulement des mécanismes de protection existent (Conaway et al., 1996), mais ils semblent réversibles jusqu'à un certain point d'après la revue de littérature présentée dans ce document, et l'action du formaldéhyde semble davantage cytotoxique (Merk et Speit, 1998).

## 6. Recommandations

Tous les points suivants seraient susceptibles de permettre une meilleure intégration des connaissances en vue de réaliser une évaluation quantitative des risques dus à l'exposition au formaldéhyde:

- Approfondir les connaissances sur la cinétique du formaldéhyde dans l'organisme humain, ce qui devrait permettre une étude plus spécifique sur le type de norme à appliquer (pondérée 8h, plafond, court-terme,...)
- Intégrer les connaissances actuelles en vue de modéliser la dynamique du passage de l'air dans les voies naso-pharyngées chez le rat et l'homme (et / ou primates)
- Prendre en considération les mécanismes épigénétiques dans le processus de cancérogenèse du formaldéhyde et dans la modélisation de la relation dose-réponse
- Valider les prédictions du ou des modèles (existants et à venir) avec les taux de cancer observés et associés au formaldéhyde, sur la base des données sanitaires québécoises et canadiennes

## 7. Références bibliographiques

- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (1991). Documentation of the threshold limit values, 6<sup>th</sup> edition, Volume I, pp. 664-688. ACGIH, OH.
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (1998). 1998 TLVs and BEIs, Threshold limit values for chemical substances and physical agents. ACGIH, OH. 184 pages. ISBN: 1-882417-23-2.
- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) (1999). 1999 TLVs and BEIs, Threshold limit values for chemical substances and physical agents, Biological exposure indices. ACGIH, OH. 184 pages. ISBN: 1-882417-31-1.
- Alexandersson R. and Hedenstierna G. (1989). Pulmonary function in wood workers exposed to formaldehyde: a prospective study. *Arch. Environ. Health*, **44**(1), 5-11.
- Appelman L.M., Woutersen R.A., Zwart A., Falke H.E. and Feron V.J. (1988). One-year inhalation toxicity study of formaldehyde in male rats with damaged or undamaged nasal mucosa. *J. Appl. Toxicol.*, **8**(2), 85-90.
- ATSDR (1998). Toxicological profile for formaldehyde. Draft for public comment, US. Department of health and human services. 364 pages + annexes.
- Boysen M., Zadig E., Digernes V., Abeler V. and Reith A. (1990). Nasal mucosa in workers exposed to formaldehyde: a pilot study. *Br. J. Indus. Med.*, **47**, 116-121.
- Brown L.P. (1989). Do rats comply with EPA policy on cancer risk assessment for formaldehyde ? *Regul. Tox. Pharmacol.*, **10**, 196-200.
- Butterworth B.E., Conolly R.B. and Morgan K.T. (1995). A strategy for establishing mode of action of chemical carcinogens as a guide for approaches to risk assessments. *Cancer Lett.*, **93**, 129-146.
- Butterworth B.E. and Bogdanffy M.S. (1999). A comprehensive approach for integration of toxicity and cancer risk assessments. *Regul. Tox. Pharmacol.*, **29**, 23-26.
- Casanova M., Heck H. d'A., Steinhagen W.H., Everitt J.I., Morgan K.T. and Popp J.A. (1989). Species and concentration dependence of DNA-protein cross-link (DPX) formation by formaldehyde (HCHO) in Rhesus monkeys and F-344 rats. *The toxicologist*, **9**, 35.
- Casanova M., Morgan K.T., Gross E.A., Moss O.R. and Heck H. d'A. (1994). DNA-protein cross-links and cell replication at specific sites in the nose of F344 rats exposed subchronically to formaldehyde. *Fund. Appl. Toxicol.*, **23**, 525-536.
- Chang J.C.F., Steinhagen H. Barrow C.S. (1981). Effect of single or repeated formaldehyde exposure on minute volume of B6C3F1 mice and F-344 rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, **61**, 451-459.

- Conaway C.C., Whysner J., Vena L. and Williams G.M. (1996). Formaldehyde mechanistic data and risk assessment: endogenous protection from DNA adduct formation. *Pharmacol. Ther.*, 71(1/2), 29-55.
- Conolly R.B. and Andersen M.E. (1993). An approach to mechanism-based cancer risk assessment for formaldehyde. *Environ. Health. Perspect.*, **101** (Suppl. 6), 169-176.
- Edling C., Hellquist H. and Ödkvist L. (1988). Occupational exposure to formaldehyde and histopathological changes in the nasal mucosa. *Br. J. Indus. Med.*, **45**, 761-765.
- Garry V.F., Oatman L., Pleus R. and Gray D. (1980). Formaldehyde in the home: some environmental disease perspectives. *Minnesota Medicine*, **63**, 107-111.
- Gérin M., Siemiatycki J., Nadon L., Dewar R. and Krewski D. (1989). Cancer risks due to occupational exposure to formaldehyde: results of a multi-site case-control study in Montreal. *Int. J. Cancer*, **44**, 53-58.
- Gorski P., Tarkowski M., Krakowiak A. et al. (1992). Neutrophil chemiluminescence following exposure to formaldehyde in healthy subjects and in patients with contact dermatitis. *Allergol. et immunopathol*, **20**(1), 20-23.
- Green D.J., Sauder L.R., Kulle T.J. and Bascom R. (1987). Acute response to 3,0 ppm formaldehyde in exercising healthy nonsmokers and asthmatics. *Am. Rev. Respir. Dis.*, **135**(6), 1261-1266.
- Harving H., Korsgaard J., Pedersen O. F., Molhave L. and Dahl R. (1990). Pulmonary function and bronchial reactivity in asthmatics during low-level formaldehyde exposure. *Lung*, **168**, 15-21.
- Horvath E.P., Anderson H., Pierce W.E., Hanrahan L. and Wendlick J.D. (1988). Effects of formaldehyde on the mucous membranes and lungs. *JAMA*, **259**(5), 701-707.
- IARC (International Agency for Research on Cancer) (1995). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 62: Wood dust and formaldehyde. IARC, Lyon, France. 405 pages.
- Kerns W.D., Pavkov K.L., Donofrio D.J., Gralia E.J. and Swenberg J.A. (1983). Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after long-term inhalation exposure. *Cancer Res.*, **43**, 4382-4392.
- Kulle T.J., Sauder L.R., Hebel J.R., Green D.J. and Chatham M.D. (1987). Formaldehyde dose-response in healthy nonsmokers. *JAPCA*, **37**, 919-924.
- Maronpot R.R., Miller R.A., Clarke W.J., Westerberg R.B., Decker J.R. and Moss O.R. (1986). Toxicity of formaldehyde vapor in B6C3F1 mice exposed for 13 weeks. *Toxicology*, **41**, 253-266.
- McClellan R.O. (1995). Risk assessment and biological mechanisms: lessons learned, future opportunities. *Toxicology*, **102**, 239-258.

- Merk O. and Speit G. (1998). Significance of formaldehyde-induced DNA-protein crosslinks for mutagenesis. *Env. Molec. Mutag.*, **32**, 260-268.
- Monteiro-Riviere N.A. and Popp J.A. (1986). Ultrastructural evaluation of acute nasal toxicity in the rat respiratory epithelium in response to formaldehyde gas. *Fund. Appl. Toxicol*, **6**, 251-262.
- Monticello T.M., Miller F.J. and Morgan K.T. (1991). Regional increases in rat nasal epithelial cell proliferation following acute and subchronic inhalation of formaldehyde. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, **111**, 409-421.
- Monticello T.M., Swenberg J.A., Gross E.A., Leiniger J.R., Kimbell J.S., Seilkop S., Starr T.B., Gibson J.E. and Morgan K.T. (1996). Correlation of regional and nonlinear formaldehyde-induced nasal cancer with proliferating populations of cells. *Cancer Res.*, **56**, 1012-1022.
- Morgan K.T., Gross E.A. and Patterson D.L. (1986a). Distribution, progression and recovery of acute formaldehyde-induced inhibition of nasal mucociliary function in F-344 rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **86**, 448-456.
- Morgan K.T., Patterson D.L. and Gross E.A. (1986b). Responses of the nasal mucociliary apparatus of F-344 rats to formaldehyde gas. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **82**, 1-13.
- NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) (1976). Criteria for recommended standard: occupational exposure to formaldehyde. DHEW (NIOSH) Publication No.77-126, NTIS No.PB-273-805 [En ligne]. Disponible: <http://www.cdc.gov/niosh/77-126.html> [7 juillet 1999]
- NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) (1981). Current Intelligence Bulletin 34: formaldehyde, evidence of carcinogenicity. DHHS (NIOSH) Publication No.81-111, NTIS No.PB-83-101-766 [En ligne]. Disponible: [http://www.cdc.gov/niosh/81111\\_34.html](http://www.cdc.gov/niosh/81111_34.html) [21 mai 1999]
- NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) (1988). Occupational safety and health guideline for formaldehyde - potential human carcinogen. DHHS (NIOSH) Publication [En ligne]. Disponible: <http://www.cdc.gov/mosh/pdfs/0293.pdf> [10 mai 1999]
- Nordman H., Keskinen H. and Tuppurainen M. (1985). Formaldehyde asthma - rare or overlooked ? *J. Allergy Clin. Immunol*, **75**(1), 91-99.
- NTP (National toxicology program) (1998). 1998 Report on Carcinogens - Eighth edition: Formaldehyde (Gas) [En ligne]. Disponible: <http://ehp.niehs.nih.gov/roc/eighth/chemicals/formaldehyd.pdf> [10 mai 1999]
- Nunn A.J., Craigen A.A., Darbyshire J.H., Venables K.M. and Newman Taylor AJ. (1990). Six year follow up of lung function in men occupationally exposed to formaldehyde. *Br. J. Indus. Med.*, **47**, 747-752.
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) (1995). OSHA Fact sheets - Occupational exposure to Formaldehyde [En ligne]. Disponible: <http://www.osha-slc.gov/OshDoc/Factjiaata/FSNO95-27.html> [21 mai 1999].

- OSHA (Occupational Safety and Health Administration) (1999). Formaldehyde [En ligne]. Disponible: <http://www.osha-slc.gov/SLTC/formaldehyde/index.html> [21 mai 1999].
- Pazdrak K., Gorski P., Krakowiak A. and Ruta U. (1993). Changes in nasal lavage fluid due to formaldehyde inhalation. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **64**, 515-519.
- Pross H.F., Day J.H., Clark R.H. and Lees R.E.M. (1987). Immunologic studies of subjects with asthma exposed to formaldehyde and urea-formaldehyde foam insulation (UFFI) off products. *J. Allerg. Clinic. Immunol.*, **79**(5), 797-810.
- Reed C.E. and Frigas E. (1984). Does formaldehyde cause allergic respiratory disease ? In: Gammage R.B., Kaye S.V. and Jacobs V.A. eds. *Indoor air and human health*. Lewis Publishers, Inc. 379-386.
- Rusch G.M., Clary J.J., Rinehart W.E. and Boite H.F. (1983). A 26-week inhalation study with formaldehyde in the monkey, rat and hamster. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **68**, 329-343.
- Sauder L.R., Chatham M.D., Green D.J. and Kulle T.J. (1986). Acute pulmonary response to formaldehyde exposure in healthy nonsmokers. *J. Occ. Med.*, **28**(6), 420-424.
- Sauder L.R., Green D.J., Chatham M.D. and Kulle T.J. (1987). Acute pulmonary response of asthmatics to 3,0 ppm formaldehyde. *Toxicol. Industrial Health*, **3**(4), 569-578.
- Schachter E.N., Witek T.J., Brody D.J., Tosun T., Beck G.J. and Leaderer B.P. (1987). A study of respiratory effects from exposure to 2,0 ppm formaldehyde in occupationally exposed workers. *Environ. Res.*, **44**, 188-205.
- Schachter E.N., Witek T.J., Tosun T., Leaderer B.P. and Beck G.J. (1986). A study of respiratory effects from exposure to 2 ppm formaldehyde in healthy subjects. *Arch. Environ. Health*, **41**(4), 229-239.
- Siegel D.M., Frankos V.H. and Schneiderman M.A. (1983). Formaldehyde risk assessment for occupationally exposed workers. *Regul. Tox. Pharmacol.*, **3**, 355-371.
- Starr T.B. (1990). Quantitative cancer risk estimation for formaldehyde. *Risk Anal.*, **10**(1), 85-91.
- Stayner L., Smith A.B., Reeve G., Blade L., Elliott L., Keenlyside R. and Halperin W. (1985a). Proportionate mortality study of workers in the garment industry exposed to formaldehyde. *Am. J. Ind. Med.*, **7**, 229-240.
- Stayner L., Smith A.B., Reeve G., Blade L., Elliott L., Keenlyside R. and Halperin W. (1985b). Letter to the editor: Proportionate mortality study of workers in the garment industry exposed to formaldehyde. *Am. J. Ind. Med.*, **8**, 75-76.
- Stayner L.T., Elliot L., Blade L., Keenslyde R. and Halperin W. (1988). A retrospective cohort mortality study of workers exposed to formaldehyde in the garment industry. *Am. J. Ind. Med.*, **13**, 667-681.

- Swiecichowski A.L., Long K.J., Miller M.L. and Leikauf G.D. (1993). Formaldehyde-induced airway hyperreactivity *in vivo* and *ex vivo* in guinea pigs. *Environ. Res.*, **61**, 185-199.
- US.EPA (US. Environmental Protection Agency) (1991a). Integrated risk information system: Formaldehyde, CAS No. 50-00-0 [En ligne]. Disponible: <http://www.epa.gov/ngispgm3/iris/subst/0419.htm> [10 mai 1999]
- US.EPA (US. Environmental Protection Agency) (1991b). Formaldehyde risk assessment update. Environmental Protection Agency, Office of Pesticides and Toxic Substances, Washington, DC.
- Witek T.J., Schachter E.N., Tosun T. et al. (1986). Controlled human studies on the pulmonary effects of indoor air pollution experiences with sulfur dioxide and formaldehyde. *Env. Int.*, **12**, 129-135.
- Witek T.J., Schachter E.N., Tosun T., Beck G.J. and Leaderer B.P. (1987). An evaluation of respiratory effects following exposure to 2,0 ppm formaldehyde in asthmatics: lung function, symptoms and airway reactivity. *Arch. Environ. Health*, **42**(4), 230-237.
- Woutersen R.A., Appelman L.M., Wilmer J.W.G.M., Falke H.E. and Feron V.J. (1987). Subchronic (13-week) inhalation toxicity study of formaldehyde in rats. *J. Appl. Toxicol.*, **7**(1), 43-49.
- Woutersen R.A., van Garderen-Hoetmer A., Bruijntjes J.P., Zwart A. and Feron V.J. (1989). Nasal tumours in rats after severe injury to the nasal mucosa and prolonged exposure to 10 ppm formaldehyde. *J. Appl. Toxicol.*, **9**(1), 39-46.
- Zwart A., Woutersen R.A., Wilmer J.W.G.M., Spit B.J. and Feron V.J. (1988). Cytotoxic and adaptative effects in rat nasal epithelium after 3-day and 13-week exposure to low concentrations of formaldehyde vapour. *Toxicology*, **51**, 87-99.

## *ANNEXE 4*

### Étude préliminaire

Évaluation de l'impact de la substitution comme  
méthode de réduction de l'exposition au formaldéhyde en milieu de travail au Québec  
(Fabrication et utilisation)

Denis Bégin  
Michel Gérin

Université de Montréal  
Faculté de médecine  
Département de médecine du travail et d'hygiène du milieu

15 Juin 1999

#### 1.0 Introduction

La Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) a demandé à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) d'évaluer l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde en milieu de travail. Cette demande comprend l'impact économique, l'impact sur la santé des travailleurs et l'état de la situation en matière de substitution et de modification des procédés. Le présent rapport constitue une étude de faisabilité sur la partie substitution du formaldéhyde. Cette étude a donc pour but de déterminer les conditions dans lesquelles la substitution peut-être mise en œuvre, en d'autres mots si le remplacement du formaldéhyde est réalisable. Cette étude fait ressortir l'existence ou l'absence de solutions au projet envisagé. Elle permet enfin de définir des objectifs réalistes et d'identifier les ressources pour les atteindre tout en relevant les contraintes prévues.

La substitution est une méthode privilégiée de prévention pour la santé, la sécurité et l'environnement en milieu industriel. Elle consiste à remplacer les substances dangereuses par des produits moins dangereux ou à changer de procédé pour éliminer complètement l'utilisation des substances dangereuses (18; 19). Une procédure en neuf étapes a été élaborée pour le remplacement des solvants dangereux en milieu de travail (1- identification du problème; 2- rédaction d'un plan d'action; 3- collecte d'informations sur le procédé; 4- proposition d'options de rechange; 5- évaluation des conséquences de chaque option; 6- comparaison des options; 7- essai sur le terrain et choix; 8- implantation; 9- évaluation (33). Cette procédure constitue la démarche logique et unificatrice que l'on doit entreprendre lorsque l'on désire éliminer l'utilisation d'une substance dangereuse dans une entreprise. Elle permet de prendre en compte les facteurs suivants dans le remplacement des substances dangereuses: la faisabilité technique, la santé et la sécurité du travail (SST), la protection de l'environnement général, les coûts

ainsi que les facteurs humains et organisationnels. L'objectif de la présente étude préliminaire est d'évaluer de façon globale si des produits substitutifs existent et si des changements de procédés sont disponibles pour éliminer l'utilisation du formaldéhyde dans les secteurs industriels jugés prioritaires en matière de consommation de formaldéhyde et d'exposition professionnelle à cet aldéhyde dans le contexte québécois.

## 2.0 Méthodes

Le formaldéhyde étant une substance ubiquiste dans l'industrie en général il a d'abord été nécessaire d'effectuer une recherche bibliographique pour identifier les diverses utilisations actuelles du formaldéhyde ainsi que des articles de revue de l'exposition professionnelle au formaldéhyde. Une deuxième recherche bibliographique a ensuite été entreprise pour rechercher des documents dont les auteurs auraient fait une synthèse des perspectives de substitution du formaldéhyde dans l'ensemble des industries. Une troisième recherche bibliographique a été ciblée sur des industries ou des procédés particuliers. Une quatrième recherche bibliographique s'est attardée à identifier des articles se rapportant à la toxicité de certains produits de remplacement. Ces quatre recherches bibliographiques ont mis en évidence une documentation considérable qui n'a pas été analysée de façon détaillée dans le cadre de ce travail préliminaire. Les bases de données suivantes ont été consultées: Medline, Toxline, Hseline, Cisdoc, ISST, Uncover (CARL).

Une recherche dans Internet a également été entreprise afin d'identifier des sites W3 traitant de substitution en rapport avec le formaldéhyde, particulièrement pour des applications spécifiques. À cet effet des moteurs de recherche tels qu'AltaVista ont été utilisés. Les moteurs de recherche de certains sites W3 ont aussi été utilisés pour la recherche de documentation (p. ex.: United States Environmental Protection Agency (USEPA), Occupational Safety and Health Administration (OSHA)). De plus, les catalogues de certaines bibliothèques universitaires ont été mis à contribution (p. ex. Atrium, Badaduq, MUSE, Melvyl).

Quelques spécialistes ont été consultés sur des questions techniques concernant l'utilisation du formaldéhyde dans certaines applications précises.

## 3.0 Résultats

Le formaldéhyde est un gaz incolore qui dégage une odeur piquante et irritante. En raison de sa capacité à se polymériser, on ne le trouve pas sous forme gazeuse dans le commerce. Il se présente habituellement en solution aqueuse, dite formaline ou formol, à un titre de 37 % en poids, inhibé par du méthanol (13).

### 3.1 Les utilisations d'après la littérature

Le formaldéhyde est utilisé comme monomère pour la fabrication de polymères, comme intermédiaire dans la synthèse chimique et directement, notamment comme biocide.

Les polymères fabriqués à l'aide de formaldéhyde comprennent notamment les résines aminées (urée-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde), phénoliques (phénol-formaldéhyde, résorcinol-formaldéhyde) et les polyacétals (polyoxyméthylène). Les résines aminées et phénoliques sont largement utilisées comme adhésif et produit d'imprégnation dans la fabrication de panneaux de particules et de contreplaqué. Ces résines sont également utilisées pour la fabrication de plastiques, peintures et autres adhésifs. Les résines aminées sont aussi utilisées pour la production de fertilisants à libération contrôlée d'azote. Ces résines sont enfin utilisées comme liant pour le sable de fonderie, la laine de verre et de roche, le papier abrasif et les garnitures de frein (41). Les polyacétals sont des résines thermoplastiques à haute performance utilisées de plus en plus pour la fabrication de pièces d'automobile (17).

Le formaldéhyde entre dans la synthèse de nombreuses substances chimiques telles que le 1,4-butanediol, le triméthylolpropane et le néopentyl glycol, lesquels sont utilisés dans la fabrication des polyuréthanes, des polyesters et autres résines pour les revêtements, des lubrifiants synthétiques et des plastifiants. Le formaldéhyde est également utilisé pour synthétiser des agents complexants comme l'acide nitrilotriacétique et l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) qui entrent dans la composition des détergents. Le formaldéhyde sert à fabriquer le diisocyanate de diphenylméthane (MDI) utilisé dans la fabrication des polyuréthanes. Le formaldéhyde est également une matière première pour la fabrication de teintures, d'agents de tannage, de précurseurs de défloculants et de plastiques, d'agents d'extraction, de pesticides, d'aliments pour animaux, de parfums, de vitamines, d'aromatisants et de produits pharmaceutiques (41).

Le formaldéhyde est employé directement dans de nombreuses applications. C'est un antiseptique puissant, qui a de nombreuses applications comme bactéricide (hôpitaux), fongicide (agent de conservation du fourrage ensilé) et agent de conservation (liquide d'embaumement, fixateur de tissus). Il est employé comme inhibiteur de corrosion, en électrodéposition dans la fabrication des cartes de circuits imprimés et dans le développement en photographie (17; 41).

Le tableau I donne les utilisations du formaldéhyde en 1998 aux États-Unis par ordre décroissant d'importance.

Tableau I  
Principales utilisations du formaldéhyde aux États-Unis en 1998 (7)

Utilisation	Pourcentage
Résine urée-formaldéhyde	23
Résine phénolique	19
Dérivés de l'acétylène (p. ex. butanediol)	12
Résine polyacétal	11
Diisocyanate de diphenylméthane (MDI)	6
Pentaérythritol	5
Concentré d'urée-formaldéhyde	4
Hexaméthylènetétramine (HMTA)	4
Résine mélamine-formaldéhyde	4
Divers (agent chélatant, triméthylolpropane, dérivés de la pyridine, dérivés de nitroparaffines, agents pour le traitement des textiles, triméthyloléthane)	12
Total:	100

Le tableau II présente la consommation canadienne de formaldéhyde utilisé en synthèse chimique.

Tableau II  
Principales utilisations du formaldéhyde en synthèse chimique au Canada en 1995 (14)

Utilisation	Consommation (kilotonnes)	Pourcentage
Résine urée-formaldéhyde	212	45,7
Résine phénolique	151	32,5
Pentaérythritol	67	14,4
Résine mélamine-formaldéhyde	7	1,5
Divers autres produits	27	5,8
Total:	464	99,9

Les six plus grands fabricants de formaldéhyde au Canada en produisent 730 kilotonnes par année (7). Le formaldéhyde est homologué au Canada en vertu de la *Loi sur les produits antiparasitaires*; cet aldéhyde est utilisé comme pesticide à raison d'environ 131 tonnes par année (14).

### 3.2 Les utilisations au Québec

Quatre sociétés situées au Québec fabriquent du formaldéhyde (ARC Resins, Longueuil; Produits chimiques Borden Canada Ltée, Lavai; Résines Neste Canada, Ste-Thérèse; Uniboard Canada, Val d'Or) (9; 22).

Cinq fabricants québécois produisent des résines urée-formaldéhyde; trois fabricants produisent des résines phénol-formaldéhyde dont un fabrique en plus des résines résorcinol-formaldéhyde; trois entreprises fabriquent des résines mélamine-formaldéhyde (9; 22).

Un fabricant québécois produit du formaldéhyde sulfonate de sodium (No. CAS: 870-72-4) (Groupe Christie Ltée, St-Eustache) (22). Une entreprise fabrique des adhésifs à l'aide de formaldéhyde pour la fabrication de panneaux de particules de bois (Les Industries Jolan Inc, Saint-Jérôme) (9).

D'après Industrie Canada, les substances suivantes, synthétisées à partir du formaldéhyde, ne sont pas fabriquées au Québec: butanediol, pentaérythritol, MDI, résine polyacétal, HMTA, triméthylolpropane, pyridine, nitroparaffine, EDTA, acide nitrilotriacétique (22).

Tels que mentionné plus haut, le formaldéhyde et les diverses résines à base de formaldéhyde sont utilisés dans la fabrication de nombreuses substances: peintures, adhésifs, apprêts, désinfectants, agents de conservation. Il n'a pas été possible d'établir une liste exhaustive des fabricants québécois qui utiliseraient du formaldéhyde ou des substances comme les résines qui en dégageraient lors de leur mise en œuvre. On sait toutefois que les fabricants de panneaux de particules de bois et de contreplaqué sont nombreux au Québec et qu'ils utilisent des résines à base de formaldéhyde comme adhésif et agent d'imprégnation (20). On sait également que le formaldéhyde est utilisé dans les hôpitaux notamment dans les laboratoires de pathologie, dans les salles d'autopsie et en hémodialyse (42). Des apprêts d'infroissabilité à base de résines qui dégagent du formaldéhyde sont utilisés dans les usines de textile (Communication personnelle, Michèle Lalonde, Préventex, 99/03/19). Une technicienne en hygiène du travail dans un CLSC a rapporté le cas d'une entreprise qui fabrique des meubles scolaires à l'aide d'un mélange pressé et chauffé de farine de bois et d'une résine mélamine-formaldéhyde (Forum de discussion par Internet AQHSSTLST, 99/02/18). Les fabricants de fibres vitreuses (laine de verre, laine de roche, etc.) utilisent des liants pour retenir les fibres ensemble. Les liants utilisés actuellement en Amérique du Nord sont fabriqués principalement à partir de résines phénol-formaldéhyde (15). Le formaldéhyde est utilisé dans l'industrie électronique pour la fabrication des cartes de circuits imprimés, particulièrement dans le procédé du cuivrage chimique autocatalytique (« electroless copper plating ») (Communication personnelle, Paul Tremblay, ViaSystems Canada, 99/06/04). Certaines peintures industrielles renferment des résines phénol-formaldéhyde ou mélamine-formaldéhyde, notamment les revêtements à cuisson au four. De tels revêtements sont potentiellement utilisés dans des entreprises qui fabriquent des produits métalliques (53). Les résines urée-formaldéhyde et mélamine-formaldéhyde

sont utilisées comme adjuvants dans la fabrication du papier (5). On sait par ailleurs que 12 % des rejets environnementaux des papetières canadiennes en 1996 étaient constitués de formaldéhyde (1). Les liquides d'embaumement utilisés chez les entrepreneurs de pompes funèbres sont toujours constitués de formaldéhyde, d'après une enquête récente auprès des fournisseurs locaux de cette industrie (communication personnelle, Sylvie Gaudreau, consultante en SST, avril 1999).

### 3.3 L'exposition professionnelle au formaldéhyde d'après la littérature

Les plus récentes revues de la littérature concernant l'exposition professionnelle au formaldéhyde ont été produites par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) en 1995 (21), par Niemelä et coll. en 1997 (34) et par Paustenbach et coll. en 1997 (40). On y retrouve des données exhaustives sur l'exposition au formaldéhyde dans les secteurs industriels suivants: fabricants de formaldéhyde, de résines et d'adhésifs à base de formaldéhyde, de produits du bois et du papier, de textile et de vêtements, de produits métalliques, de produits en plastique, de laine de verre, d'équipement électrique, les entrepreneurs de pompe funèbre, hôpitaux et laboratoires, l'industrie de la construction et l'agriculture.

Le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) a produit environ 200 rapports d'hygiène industrielle et d'études sur l'exposition au formaldéhyde dans les années 70 et 80 (38). Le texte intégral des plus récents rapports (de 1990 à 1996) se trouve sur le disque optique compact récemment publié par cet organisme (39). Le NIOSH a également produit une liste de plus de 150 groupes professionnels susceptibles d'être exposés au formaldéhyde en milieu de travail (36).

### 3.4 La substitution du formaldéhyde par secteur industriel

Cette section traite des avenues de substitution par secteur industriel. Les secteurs qui utilisent directement le formaldéhyde sont abordés en premier alors que les secteurs qui utilisent des résines qui dégagent du formaldéhyde sont présentés par la suite.

#### 3.4.1 Hôpitaux

Les travailleurs les plus exposés au formaldéhyde dans les hôpitaux sont les employés des laboratoires de pathologie en raison de l'utilisation de cette substance comme agent de conservation des tissus et fixateur histologique. Les travailleurs œuvrant notamment dans les services d'autopsie, d'hémodialyse et d'entretien ménager peuvent également être exposés. Dans ces deux derniers cas le formaldéhyde est parfois utilisé comme désinfectant (42).

Les niveaux d'exposition des techniciens de laboratoires d'histopathologie lors de la mise au rebut des tissus, la préparation du formol et le remplacement des solutions dans

l'appareil de traitement des tissus se situent autour de 0,5 ppm de formaldéhyde. Les niveaux d'exposition varient généralement de 0,1 à 0,8 ppm de formaldéhyde lors des travaux de désinfection. Des niveaux excédant 1 ppm ont cependant été rapportés lors de la désinfection d'unités de dialyse aux États-Unis dans les années 80 (21).

Il existe certains agents de conservation et fixateurs substitutifs: phénoxyéthanol, Kryofix<sup>MD</sup> (2; 54). Leur utilisation n'est cependant pas répandue (Communication personnelle, Sylvie Gaudreau, consultante en SST, mai 1999).

Les désinfectants substitutifs sont nombreux: alcools, chlore sous différentes formes, oxyde d'éthylène, glutaraldéhyde, peroxyde d'hydrogène, iodophores, acide peracétique, composés phénoliques, composés d'ammonium quaternaire (43). Les techniques ou les appareils pour les mettre en œuvre sont le plus souvent différents les uns des autres. Plusieurs produits de remplacement sont également très toxiques.

#### 3.4.2 Cabinets dentaires

Korczyński rapporte des niveaux de 4 à 5 ppm de formaldéhyde à l'ouverture des stériliseurs Chemiclave<sup>md</sup>, non équipé de système de purge, utilisé dans les cabinets de dentistes au Manitoba (26). Les concentrations baissent cependant à des niveaux situés entre 0,05 et 0,11 ppm de formaldéhyde si les autoclaves sont munis d'un système de purge des vapeurs chimiques (26). Quarante pour-cent des cliniques dentaires québécoises utilisent des autoclaves à vapeur chimique pour la stérilisation. Ces appareils mettent en œuvre de l'éthanol et du formaldéhyde (28). Une solution de remplacement pourrait être l'utilisation exclusive d'autoclaves à vapeur d'eau si ce procédé est acceptable du point de vue sanitaire.

#### 3.4.3 Entrepreneurs de pompes funèbres

Le formaldéhyde est utilisé comme agent de conservation et désinfectant dans les fluides d'embaumement (17). Les niveaux d'exposition moyens sont très variables (0,1 à 3 ppm) avec des pics pouvant atteindre plus de 8 ppm (21). Le National Funeral Directors Association des États-Unis recommande à ses membres le mesurage annuel du formaldéhyde dans les locaux de travail (6).

Mao propose différentes avenues de réduction de l'utilisation du formaldéhyde dans les entreprises de pompes funèbres: utilisation accrue de l'incinération des dépouilles mortelles, utilisation de fluides d'embaumement contenant moins de formaldéhyde et utilisation de fluides à base d'un mélange d'alcool et de polyéthylène glycol (30).

#### 3.4.4 Électronique

Puisque le substrat est parfois constitué d'un matériau diélectrique dans la fabrication des cartes de circuit imprimé, il faut utiliser un procédé autocatalytique pour y déposer une couche de métal. C'est le cas pour le dépôt autocatalytique de cuivre que l'on appelle également cuivrage autocatalytique de cuivre ou simplement cuivrage chimique. Le formaldéhyde est utilisé comme agent réducteur dans les solutions de placage (27; 48). Le USEPA rapporte les données d'échantillonnage d'OSHA chez 10 fabricants étasuniens de cartes de circuit imprimé. Les concentrations de formaldéhyde mesurées se situent entre non décelé et 4,7 ppm, la majorité se situant entre 0,04 et 0,6 ppm (51).

Un procédé de placage direct existe pour procéder au dépôt de cuivre sans l'utilisation de formaldéhyde (44). Le USEPA propose l'utilisation d'un autre procédé de cuivrage sans formaldéhyde: la technologie du trou noir (48).

#### 3.4.5 Industrie chimique

L'industrie chimique fine et lourde utilise le formaldéhyde comme matière première pour élaborer diverses molécules à usage industriel. Malgré le fait que le formaldéhyde est utilisé surtout dans des procédés en circuit fermé, certaines entreprises ont commencé à remplacer le formaldéhyde notamment parce que leurs produits finis en dégageaient. C'est le cas de la compagnie Air Products & Chemicals (Allentown, PA) qui a éliminé l'utilisation du formaldéhyde comme intermédiaire de synthèse pour la fabrication de certaines résines aminées utilisées pour fabriquer des revêtements à haute teneur en solides (45). De plus, sous l'impulsion du USEPA, plusieurs acteurs majeurs de l'industrie chimique étasunienne collaborent à son programme de chimie verte « Green Chemistry ». Le USEPA propose à cet effet un système expert permettant aux utilisateurs de concevoir un procédé chimique, une nouvelle molécule ou de reconsidérer un procédé déjà existant en éliminant ou en réduisant l'utilisation des substances toxiques (46).

#### 3.4.6 Industrie des pâtes et papier

L'industrie des pâtes et papier utilise des résines urée-formaldéhyde comme agent pour la résistance du papier à l'état humide (17). Les résines phénol-formaldéhyde et mélamine-formaldéhyde peuvent également être utilisées comme agent de traitement de surface du papier et autre produit d'imprégnation et de plastification (21). Les niveaux d'exposition des travailleurs affectés à l'utilisation de ces agents sont en moyenne inférieurs à 1 ppm mais peuvent être beaucoup plus élevés sur de courtes périodes (21). Kauppinen et coll. rapportent la mise sur pied d'une banque de données internationale sur les mesurages de l'exposition professionnelle dans l'industrie des pâtes et papier. Il y aurait 611 résultats d'échantillonnage concernant le formaldéhyde dans cette banque de données. Les auteurs rapportent que de fortes concentrations de formaldéhyde sont possibles dans le calandrage et le couchage sur machine (23).

Il existe des produits de substitution pour les résines aminées utilisées comme agent pour la résistance du papier à l'état humide. Dulany rapporte l'utilisation de résine polyamide, de résine polyamine et de résine polyacrylamide pour remplacer les résines urée-formaldéhyde et mélamine-formaldéhyde dans cette application (11). Il existe également des résines urée-formaldéhyde à faible émission de formaldéhyde pour la même application (31). Elliott et Drapeau rapportent les impacts technologiques de la réglementation d'OSHA concernant le formaldéhyde sur les opérations d'une entreprise étasunienne qui fabrique du papier Kraft (12).

#### 3.4.7 Fabricants de panneaux d'agglomérés, de contreplaqué et de placage

L'industrie québécoise des panneaux d'agglomérés, panneaux de fibres à densité moyenne, panneaux de grandes particules orientées ou panneaux gaufrés, de contreplaqué et de placage utilise de grandes quantités de résine urée-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde et mélamine-formaldéhyde. Goyer et Larivière ont fait une description des procédés utilisés dans cette industrie et en particulier les facteurs influençant les émissions de formaldéhyde (20). Les résines urée-formaldéhyde sont largement utilisées notamment en raison des faibles coûts de ces matériaux. Des produits de remplacement existent pour la fabrication de panneaux de particules sans formaldéhyde et certains organismes en font la promotion (24). Or certains produits de remplacement contiennent des résines polyuréthanes dégageant des isocyanates (25). Le polyvinylpyrrolidone serait employé comme adhésif pour le contreplaqué d'après la base de données Macrogalleria (32). Le USEPA rapporte diverses autres résines de substitution comprenant des résines d'alcool furfurylique, de lignine ou d'acétate de polyvinyle (49). Le USEPA rapporte également divers changements de procédé destinés à réduire les pertes d'adhésif lors de l'imprégnation et conséquemment les émissions de formaldéhyde (49). Par ailleurs plusieurs sociétés ont développé des résines aminoplaste et phénoplaste à faible émission de formaldéhyde. De plus il existe divers procédés de traitement ultérieurs pour réduire le contenu en formaldéhyde des produits finis: utilisation de radiation ionisante ou non-ionisante, méthodes gazeuses, revêtements, divers produits chimiques inorganiques ou organiques de faible poids moléculaire, etc. (10).

#### 3.4.8 Textile

Des dérivés du formaldéhyde sont utilisés dans les apprêts d'infroissabilité pour les tissus et pour le traitement ignifuge des textiles (17). Ces produits sont appliqués dans les usines de textile et dégagent du formaldéhyde dans l'usine de textile, dans les usines de vêtement utilisant ces textiles et même dans les magasins de tissus. Les niveaux d'exposition professionnelle des travailleurs du textile engendrés par l'utilisation de ces produits ont considérablement diminué depuis l'introduction de ces apprêts dans les années 50 pour se situer autour de 0,2 à 1,2 ppm de formaldéhyde dans les années 80 (21). Plusieurs articles techniques ont été identifiés concernant des recherches sur des produits de remplacement. À titre d'exemple, Welch rapporte ses travaux sur les acides polycarboxyliques et le 1,3-diméthyl-4,5-dihydroxyéthylurée (52). Les apprêts

d'infroissabilité sans formaldéhyde seraient cependant plus dispendieux et moins efficaces selon un fabricant (Communication personnelle, Claude Poulin, Bayer Canada, 99/06/08). Notons par ailleurs que les tissus cellulosiques infroissables importés sont susceptibles de contenir plus de formaldéhyde que les tissus apprêtés au Canada (Communication personnelle, Lucie Brodeur, Centre des technologies du textile de St-Hyacinthe, 99/06/08). Il est donc possible que des concentrations appréciables de formaldéhyde puissent être présentes dans les locaux de stockage de tissus ou dans certaines usines de vêtement.

Le formaldéhyde est également utilisé dans l'industrie textile comme agent de fixation pour augmenter la solidité des colorants directs. Yang et Carman III rapportent les résultats de leur recherche pour substituer des agents de fixation azotés au formaldéhyde (55).

#### 3.4.9 Fonderie

Les résines urée-formaldéhyde, phénol-formaldéhyde et furaniques sont utilisées comme liants pour les sables de fonderie (5). Les niveaux d'exposition des travailleurs de fonderie tels que les opérateurs d'appareils de moulage en carapace sont généralement en deçà de 1 ppm (21) quoique le NIOSH rapporte des niveaux pouvant aller jusqu'à 18 ppm lors d'une étude dans une fonderie étasunienne (37). Afin de diminuer l'exposition professionnelle dans le procédé de noyautage au durcissement à froid, le NIOSH recommande l'utilisation de liants sans formaldéhyde ou dont la teneur en formaldéhyde est en deçà de 0,5 % (37).

#### 3.4.10 Industrie du meuble en bois

Aux États-Unis, environ 15 % de l'industrie du meuble en bois, principalement les fabricants de meubles pour les bureaux et institutions, utilisent des revêtements à processus chimique, surtout à durcissement catalytique à l'acide (50). Ces revêtements résistants contiennent des résines aminées qui émettent du formaldéhyde. De plus les adhésifs pour coller les placages sont notamment à base de résine aminée et phénolique (50). Les niveaux d'exposition au formaldéhyde dans ces usines se situent autour de 1 ppm (21). Les revêtements de rechange suivants sont disponibles et ne contiennent pas de formaldéhyde: en phase aqueuse, à séchage à la radiation ultraviolette, à haute teneur en solides (3; 4).

#### 3.4.11 Autres industries

Plusieurs autres industries utilisent le formaldéhyde ou des résines qui en dégagent. Notons par exemple les fabricants de laine de verre (liant) (35), l'industrie de l'agriculture (p. ex. désinfection des couvoirs, fertilisation avec des résines aminées à dégagement contrôlé d'azote, stérilisation des sols des champignonnières) (21; 47) et les

fabricants de nettoyant, savon, shampoing et fluide de coupe (agent de conservation qui libère du formaldéhyde) (16). Les fabricants de ballons en latex utilisent d'importantes quantités de formaldéhyde comme biocide (Communication personnelle, Michel Gagné, Répertoire toxicologique, 99/03/26). Ceci a été confirmé par le chimiste d'une entreprise locale (Communication personnelle, Miguel Kowalyszcz, Tilco International, St-Jean-sur-Richelieu, 99/06/11). Des produits de substitution existent pour plusieurs de ces applications tels que des biocides pour les fluides de coupe qui ne contiennent pas de formaldéhyde et n'en libèrent pas (Communication personnelle, G. Younghusband, Rohm & Hass, 99/03/26).

En particulier lors du moulage, plusieurs matières plastiques dégagent du formaldéhyde aux températures de mise en œuvre (29). Les aminoplastes et les phénoplastes ne font pas exception en raison de la présence résiduelle de formaldéhyde dans leur matrice. À cela s'ajoute, dans le cas des résines phénoliques, l'exposition à l'hexaméthylènetétramine utilisé comme durcisseur qui, lorsqu'elle se décompose aux températures de mise en œuvre, libère du formaldéhyde. De plus les résines phénoliques à base de résorcine peuvent contenir du paraformaldéhyde (8). Le remplacement des résines à base de formaldéhyde par d'autres matières plastiques therm durcissables est possible mais conditionné par les propriétés physiques et chimiques désirées pour les produits finis. Il n'y a donc pas de solution générique.

### 3.5 Les sources potentielles d'information

Plusieurs industries possèdent des organismes de recherche financés par les membres corporatifs ou des associations qui supportent la recherche dans leur domaine respectif. Ces organismes ou associations peuvent être utiles pour effectuer une substitution de formaldéhyde dans des procédés particuliers. Mentionnons par exemple:

Hôpitaux: L'American Hospital Association (Chicago, IL) pour les questions de l'utilisation du formaldéhyde comme désinfectant. Il existerait au Québec, concernant également cette application du formaldéhyde, un comité provincial sur la stérilisation avec un sous-comité SST. Les pratiques européennes en ce domaine pourraient également être mises à contribution par l'intermédiaire des sociétés française (Lyon) ou suisse (Lausanne) d'hygiène hospitalière.

Entrepreneurs de pompes funèbres: Le National Funeral Directors Association (Brookfield, Wisconsin).

Électronique: Le Printed Wiring Board Resource Center (Ann Arbor, MI) voué à la prévention de la pollution dans cette industrie.

Pâtes et papier: Le Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI, Atlanta, GA) ainsi que le Pulp and Paper Research Institute of Canada (PAPRICAN, Pointe-Claire, QC).

Aggloméré et contreplaqué: Le Forest Products Laboratory (Madison, WI) qui a mené des recherches financées par le USEPA, notamment sous le thème « Improved Wood Adhesives for Réduction of Pollutants for the Wood Panel Manufacturing Industry » (49).

Fonderie: American Foundrymen's Society et le Cast Métal Institute (Des Plaines, IL).

Meuble: L'Association des fabricants de meubles du Québec qui a financé une étude menée par le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) sur les revêtements de remplacement et autre technologies pour réduire l'émission des composés organiques volatils (COV).

Les fournisseurs spécialisés de produits chimiques pourraient également être mis à contribution dans la recherche de produits substitutifs.

Les entreprises utilisant du formaldéhyde ou des produits qui en dégagent peuvent souvent être mis à contribution parce qu'elles ont elles-mêmes tenté de substituer le formaldéhyde dans leur domaine.

Après un long débat juridique, OSHA a promulgué sa norme sur le formaldéhyde dans sa version finale en 1992 (Code of Fédéral Régulations, Title 29, Volume 6, Part 1910-1048, pages 359-386). Sachant que l'administration étasunienne exige que ses normes soient promulguées suite à une analyse de coût-bénéfice, il est possible que nous puissions avoir accès aux documents afférents à cette étude en vertu de leur loi d'accès à l'information. Normalement ces études prennent en compte les technologies de rechange et pourraient avoir inclus une analyse de substitution. De toute façon ces documents seraient utiles pour la partie des impacts économiques de l'abaissement de la norme du formaldéhyde. Des documents semblables pourraient éventuellement être obtenus d'organismes comme le «Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals » qui est à l'origine de documents-critères pour l'élaboration des valeurs limites d'exposition professionnelle Scandinaves.

Le Chemical Economics Handbook est un vaste ensemble de documents publiés par SRI International (Menlo Park, CA) qui rapporte des données chiffrées sur l'utilisation de plusieurs centaines de produits chimiques d'usage industriel. Le dernier rapport sur le formaldéhyde a été publié en 1997 et comporte une analyse de la consommation de cette substance dans tous les grands secteurs d'utilisation (<http://piglet.sri.com/CEH/Reports/Formaldehyde.html>). Un rapport actualisé sur le formaldéhyde est en préparation (<http://piglet.sri.com/CEH/Reports/InPreparation.html>).

Environnement Canada et Santé Canada préparent leur évaluation du formaldéhyde en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE). Plusieurs documents techniques notamment sur la toxicologie et les émissions dans l'environnement seront bientôt disponibles. Si le formaldéhyde est éventuellement jugé *toxique* en vertu de la LCPE, un *processus des options stratégiques* serait mis en branle pour réduire ses émissions dans l'environnement. Ceci inclurait une analyse des produits

et procédés de remplacement du formaldéhyde. Les premiers documents d'Environnement Canada/Santé Canada seront rendus publics en octobre 1999. Monsieur Robert Chénier, chef de section, Division de l'évaluation des produits chimiques, Direction de l'évaluation des produits chimiques commerciaux, Environnement Canada, est la personne à contacter pour obtenir la documentation pertinente (téléphone: 819-953-1680). Des contacts ont été établis avec celui-ci par notre équipe de recherche.

#### 4.0 Discussion et conclusion

Le formaldéhyde est utilisé dans de nombreuses applications. Les principales utilisations qui exposent les travailleurs selon la littérature ont été recensées. Des avenues de substitution ont été présentées pour les utilisations directes du formaldéhyde et pour les produits qui en dégagent dans les domaines jugés prioritaires au Québec. Il en ressort que le formaldéhyde ne peut être remplacé par une seule autre substance dans les applications directes et qu'il en est de même pour les résines et autres produits qui en dégagent. La substitution est néanmoins envisageable dans la plupart des domaines étudiés. Cependant dans chaque cas il faudra procéder à une analyse des impacts potentiels sur la santé-sécurité du travail et sur l'environnement.

Les coûts impliqués sont souvent déterminants dans le choix du gestionnaire de procéder à la substitution d'une substance dangereuse comparativement à la maîtrise de l'exposition de cette même substance dans le procédé existant. Cet aspect n'a pas été abordé parce qu'il dépassait le mandat de la présente étude. Les niveaux d'exposition professionnelle au formaldéhyde dans les différentes industries ont été présentés afin de juger de la pertinence d'aborder la substitution. Il faut cependant remarquer que ces données proviennent de la littérature internationale et que les niveaux peuvent être différents dans l'industrie québécoise. De plus, il est possible que certaines applications n'aient pas été recensées (p. ex. formaldéhyde comme biocide dans la fabrication de ballons en latex), d'où l'importance de procéder de façon systématique, d'une part à l'inventaire des utilisations présentes du formaldéhyde au Québec et, d'autre part à la cartographie de l'exposition professionnelle québécoise au formaldéhyde. À cet effet, dans une future étude complète de l'impact d'une baisse de la norme du formaldéhyde, il serait essentiel de coordonner la démarche de substitution avec celle de l'évaluation de l'exposition professionnelle afin de s'assurer que les efforts de la première équipe soient concentrés sur les procédés qui exposent le plus les travailleurs québécois.

## 5.0 Références

- [1] ARET (1997) **Leaders environnementaux 2 mise à jour [fichier d'ordinateur]: Accélération de la Réduction/Élimination des Toxiques (ARET): rapport d'étape.** Environnement Canada, Secrétariat ARET, Hull
- [2] Boon, M.E.; Schmidt, U.; Cramer-Knijenburg, G.I.; van Krieken, J.H.J.M. (1992) Using Kryofix as Alternative for Formalin Results in More Optimal and Standardized Immunostaining of Paraffin Sections. **Pathology Research and Practice** **188**: 832-835
- [3] Bouchard, M. (1992) Réduction des émissions de solvants organiques volatils dans l'industrie du meuble. **Travail et santé** **8**(3): 53-57
- [4] Bouchard, M. (1993) **Mémoire sur la réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) dans l'industrie du meuble au Québec.** Centre de recherche industrielle du Québec, Sainte-Foy
- [5] Burgess, W.A. (1995) **Récognition of Health Hazards in Industry. A Review of Materials and Processes.** John Wiley & Sons, New York
- [6] Burnside III, J.F. (1997) Formaldehyde: Who, What, When, Where, Why & How of Monitoring. **The Director (The Official Publication of the National Funeral Directors Association)** **69**(5): 18, 20, 22-24
- [7] ChemExpo (1998) **ChemExpo Chemical Profile: Formaldehyde.** Schnell Publishing Company, New York
- [8] Chéron, J. (1983) **Plastiques: Risques présentés par les polymères et leurs adjuvants au cours de la mise en oeuvre.** Techniques de l'ingénieur, Fascicule A3498, Paris
- [9] CRIQ (1997) **Répertoire des produits disponibles au Québec.** Centre de recherche industrielle du Québec, Sainte-Foy
- [10] Deraedt, G. (1988) **Methods of Abating Residual Formaldehyde in Industrial Resins.** Pergamon Press, Oxford, UK
- [11] Dulany, M.A. (1990) *Wet Strength Resin Chemistry and Regulatory Consideration.* In: **Environmental Issues: An Anthology of 1989**, pp. 301-303. TAPPI Press, Atlanta, GA
- [12] Elliott, R.G.; Drapeau, W.G. (1990) *The Impact of OSHA Formaldehyde Regulations on Longview Fibre Company.* In: **Environmental Issues: An Anthology of 1989**, pp. 305-306. TAPPI Press, Atlanta, GA
- [13] Environnement Canada (1985) **Le formaldéhyde.** Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Ottawa
- [14] Environnement Canada (1998) **Évaluation des substances existantes: Résumé de l'énoncé du problème pour le formaldéhyde.** Environnement Canada, Direction de l'évaluation des produits chimiques commerciaux, Hull
- [15] Environnement Canada - Santé Canada (1993) **Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation: Fibres minérales (Fibres vitreuses de fabrication humaine).** Approvisionnement et Services Canada, Groupe Communication Canada, Ottawa
- [16] Flyvholm, M.A.; Andersen, P. (1993) Identification of formaldehyde releasers and occurrence of formaldehyde and formaldehyde releasers in registered chemical products. **American Journal of Industrial Medicine** **24**(5): 533-552

- [17] Gerberich, H.R.; Seaman, G.C. (1994) *Formaldehyde*. In: **Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 11**, pp. 929-951. J.I. Kroschwitz; M. Howe-Grant, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY
- [18] Gérin, M.; Bégin, D.; Goupil, J.; Garneau, R.; Sacks, S. (1995) **Substitution des solvants en milieu de travail: élaboration d'un outil pour l'intervention**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (rapport no. R-098), Montréal
- [19] Gérin, M.; Bégin, D.; Goupil, J.; Garneau, R.; Sacks, S. (1996) Substitution des solvants: bases théoriques, analyse de substitution et grands axes des solutions. **Archives des maladies professionnelles** 57(7):519-527
- [20] Goyer, N.; Larivière, P. (1987) **Guide de prélèvement du formaldéhyde dans l'industrie des placages, contre-plaquéés et panneaux agglomérés au Québec**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, Montréal
- [21] IARC (1995) **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 62, Wood Dust and Formaldehyde**. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, Lyon
- [22] Industrie Canada (1998) **Strategis: Répertoire des produits chimiques canadiens**. Industrie Canada, Direction générale des produits industriels et de consommation, Ottawa
- [23] Kauppinen, T.; Teschke, K.; Savela, A.; Kogevinas, M.; Boffetta, P. (1997) International data base of exposure measurements in the pulp, paper and paper product industries. **International Archives of Occupational and Environmental Health** 70(1):119-127
- [24] Kim, J.J.; Rigdon, B. (1998) **Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials**. National Pollution Prévention Center for Higher Education, Ann Arbor, MI
- [25] Koko, S. (1997) Sustainable Product Review: Médite Médium Density Fiberboard. **Hellmuth, Obata + Kassabaum, Inc. Newsletter (Spring)**
- [26] Korczynski, R. (1994) **Formaldehyde Exposure (WHMIS/WHHR) in Dental Offices**. Manitoba Labour, Workplace Safety & Health Branch, Occupational Hygiène Unit, Winnipeg
- [27] Krulik, G.A. (1985) *Electroless Plating*. In: **Kirk-Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology**, pp. 407-408. M. Grayson, Ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY
- [28] Lemieux, C.; Plante, R. (1994) *L'exposition aux produits chimiques dans les cabinets de dentistes*. In: **Créer le futur... 16<sup>e</sup> Congrès de l'Association pour l'hygiène industrielle au Québec**, Québec, 4-6 mai 1994, pp. 131-137. Association pour l'hygiène industrielle au Québec, Montréal
- [29] Mairesse, M.; Petit, J.M.; Chéron, J.; Falcy, M. (1999) Produits de dégradation thermique des matières plastiques. **Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail** (1<sup>er</sup> trimestre N° 174):47-57
- [30] Mao, C.; Woskie, S. (1994) **Formaldehyde Use Réduction in Mortuaries**. The Toxics Use Réduction Institute, University of Massachusetts (Technical Report No. 24), Lowell, MA
- [31] Martinez, E.; Chan, L.L. (1990) *Lower Emission Urea Formaldehyde Resins*. In: **Environmental Issues: An Anthology of 1989**, pp. 307-314. TAPPI Press, Atlanta, GA

- [32] Michalovic, M.; Brust, G.; Parrish, D.; Mathias, L.J. (1996) **The Macrogalleria**. University of Southern Mississippi, Department of Polymer Science (<http://www.psrc.usm.edu/macrog/nvpg.htm>), Hattiesburg, MS
- [33] Mirza, T.; Gérin, M.; Bégin, D.; Drolet, D. (1999) A Study on the Substitution of Trichloroethylene as a Spot Remover in the Textile Industry. **American Industrial Hygiène Association Journal** (Soumis)
- [34] Niemelä, R.; Priha, E.; Heikkilä, P. (1997) Trends of Formaldehyde Exposure in Industries. **Occupational Hygiène 4**: 31-46
- [35] NIOSH (1977) **Criteria for a Recommended Standard.... Occupational Exposure to Fibrous Glass**. United States Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health (DHEW (NIOSH) Publication No. 77-152), Cincinnati, OH
- [36] NIOSH (1981) **Current Intelligence Bulletin 34 - Formaldehyde: Evidence of Carcinogenicity**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH
- [37] NIOSH (1985) **Recommendations for Control of Occupational Safety and Health Hazards.... Foundries**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Standards Development and Technology Transfer (DHHS (NIOSH) Publication No. 85-116), Cincinnati, OH
- [38] NIOSH (1987) **NIOSH Publication Catalog**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Standards Development and Technology Transfer. DHHS (NIOSH) Publication No. 87-115, Cincinnati, OH
- [39] NIOSH (1997) **NIOSH Health Hazard Evaluations CD-ROM**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prévention, National Institute for Occupational Safety and Health (DHHS (NIOSH) Publication No. 97-144), Cincinnati, OH
- [40] Paustenbach, D.; Alarie, Y.; Kulle, T.; Schachter, N.; Smith, R.; Swenberg, J.; Witschi, H.; Horowitz, S.B. (1997) A Recommended Occupational Exposure Limit for Formaldehyde Based on Irritation. **Journal of Toxicology and Environmental Health 50**(3):217-263
- [41] Reuss, G.; Disteldorf, W.; Grundler, O.; Hilt, A. (1988) *Formaldehyde*. In: **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Volume A11**, pp. 619-651. W. Gerharts; Y.S. Yamamoto; B. Elvers; J.F. Rounsaville; G. Schulz, Ed. VCH, Weinheim
- [42] Richards, R.; Dupont, D.; Larivière, P. (1990) **Formaldehyde - Guide de prévention**. Association pour la santé et la sécurité du travail, secteur des affaires sociales, Montréal
- [43] Santé Canada (1998) **Guide de prévention des infections: Lavage des mains, nettoyage, désinfection et stérilisation dans les établissements de santé**. Division de la diffusion des documents, Laboratoire de lutte contre la maladie, Santé Canada, Ottawa
- [44] Schiller, H.; Gallegos, D.; Pittman, K. (1993) Electroless-Copper Alternatives - Complying with OSHA's new formaldehyde régulations. **Printed Circuit Fabrication 16**(11):46, 48-49

- [45] Stinson, S. (1994) New coating precursor avoids formaldehyde release. **Chemical & Engineering New** 72(13):39
- [46] Syracuse Research Corporation (1998) **User's Manual - Green Chemistry Expert System**. United States Environmental Protection Agency; Office of Pollution Prevention and Toxics; Economics, Exposure and Technology Division; Industrial Chemistry Branch, Washington, DC
- [47] US National Library of Medicine (1999) **Hazardous Substances Data Bank (HSDB): Formaldehyde**. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. CCINFO Disk CHEMpendium A2 (99-2), Hamilton, ON
- [48] USEPA (1994) **Guide to Cleaner Technologies: Alternative Metal Finishes**. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development (EPA/625/R-94/007), Cincinnati, OH
- [49] USEPA (1995) **EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Lumber and Wood Products Industry**. United States Environmental Protection Agency, Office of Enforcement and Compliance Assurance (EPA/310-R-95-006), Washington, DC
- [50] USEPA (1995) **EPA Office of Compliance Sector Notebook Project: Profile of the Wood Furniture and Fixtures Industry**. United States Environmental Protection Agency, Office of Enforcement and Compliance Assurance (EPA/310-R-95-003), Washington, DC
- [51] USEPA (1998) **Printed Wiring Board Cleaner Technologies Substitute Assessment: Making Holes Conductive - Volume 2: Appendices**. United States Environmental Protection Agency; Prevention, Pesticides, and Toxic Substances (EPA 744-R-98-004b), Washington, DC
- [52] Welch, C.M. (1992) Formaldehyde-free durable-press finishes. **Review of Progress in Coloration and Related Topics** 22: 32-41
- [53] Wicks, Z.W.; Jones, F.N.; Pappas, S.P. (1994) **Organic Coatings: Science and Technology. Volume II: Applications, Properties, and Performance**. John Wiley & Sons, New York
- [54] Wineski, L.E.; English, A.W. (1989) Phenoxyethanol as a Nontoxic Preservative in the Dissection Laboratory. **Acta Anatomica** 136: 155-158
- [55] Yang, Y.; Carman, E.F. (1996) Non-Formaldehyde Nitrogen-Containing Fixing Agent For Direct Dyeing. **American Dyestuff Reporter** 85(10): 39-44