

Substances chimiques et agents biologiques

# Études et recherches

RAPPORT R-523



## Utilisation de sensibilisants ou d'irritants dans un milieu d'enseignement de métiers de la construction

*Brigitte Roberge  
François Lemay  
Rodrigue Gravel  
Éric Audet  
Denise Gauthrin*



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

## NOS RECHERCHES

### Mission *travaillent pour vous !*

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

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

### Pour en savoir plus

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

De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. [www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)

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

### Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales  
2007

ISBN : 978-2-89631-181-1 (version imprimée)

ISBN : 978-2-89631-182-8 (PDF)

ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications  
505, boul. De Maisonneuve Ouest  
Montréal (Québec)  
H3A 3C2  
Téléphone : 514 288-1551  
Télécopieur : 514 288-7636  
[publications@irsst.qc.ca](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,  
septembre 2007



Substances chimiques et agents biologiques

# Études et recherches

■ RAPPORT R-523

## Utilisation de sensibilisants ou d'irritants dans un milieu d'enseignement de métiers de la construction

### Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Brigitte Roberge, Service soutien à la recherche et à l'expertise, IRSST*

*François Lemay, Ressources informatiques, IRSST*

*Rodrigue Gravel, Service soutien à la recherche et à l'expertise, IRSST*

*Éric Audet et Denise Gautrin, Axe de recherche en santé respiratoire,  
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal*



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

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

**CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSS**

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

## REMERCIEMENTS

Cette étude est cofinancée par l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail (IRSST) et le Centre asthme et travail. Les auteurs remercient particulièrement madame Nicole Goyer de l'IRSST et Dr Jean-Luc Malo pneumologue de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal pour leur précieuse contribution à cette étude.

Les chercheurs désirent remercier la direction de l'École des métiers de la construction de Montréal, monsieur Alain Prud'homme et madame Mylène Turgeon, et ses enseignants pour leur précieuse collaboration à la réalisation de cette étude. Ils désirent également remercier les confrères de l'IRSST qui ont pris le temps de lire ce rapport et de nous faire des commentaires afin de l'enrichir, Claude Ostiguy, Nicole Goyer et Yves Cloutier.

Les photographies illustrant ce rapport sont dûment autorisées par la direction de l'institution où elles ont été prises par les auteurs.



## SOMMAIRE

L'asthme est une maladie respiratoire répandue dans les pays industrialisés. Plusieurs cas d'asthme sont attribuables au travail, d'autres sont exacerbés par les conditions de travail. Partant de ce fait, l'équipe de chercheurs du Centre asthme et travail mène des études chez les apprenants de métiers de la construction.

Compte tenu que le milieu d'apprentissage peut exacerber les symptômes de cette maladie, il devient pertinent de caractériser celui-ci en termes du risque d'exposition des apprenants à des substances sensibilisantes ou irritantes. Une grande diversité de produits est utilisée de façon intermittente en quantité variable au cours des modules d'apprentissage en atelier en charpenterie/menuiserie, en plâtrage et en plomberie/chauffage. Plusieurs techniques y sont également enseignées. Dans ce contexte, le modèle de prédiction des intervalles des concentrations d'exposition conçus par HSE a été utilisé pour estimer leur risque d'exposition aux substances composant les produits utilisés. Ces apprenants sont en contact avec 103 substances qui entrent dans la composition de 69 produits différents dans des proportions variées.

Dans le cadre de cette étude, les intervalles des concentrations ont été déterminés à l'aide d'une base de données conçue pour les fins de l'activité en tenant compte des maxima : durées d'utilisation, proportion des substances dans la composition du produit commercial, des concentrations maximales des intervalles obtenus conformément au modèle de prédiction. Ces intervalles sont estimés d'après le modèle de prédiction décrit par Maidment pour sa classe de stratégie de maîtrise du risque le plus faible, ce qui correspond au pire scénario.

Une évaluation environnementale a été effectuée pour le sablage des joints en plâtrage. Le niveau d'empoussièrement en termes de poussières respirables en zone respiratoire des apprenants et en postes fixes varie entre 0,37 mg/m<sup>3</sup> à 14 mg/m<sup>3</sup>. Selon les résultats analytiques, la présence de quartz dans cette poussière de pâte à joint n'a pu être confirmée. Le quartz est présent dans la pâte à joint dans une proportion inférieure à 5 %.

L'exposition des apprenants est discontinue et peut s'étaler sur plusieurs jours. Au regard du modèle de prédiction utilisé et des maxima saisis dans la base de données montée pour répondre aux objectifs de l'étude, le niveau de risque est surestimé. Cette surestimation est accentuée pour certaines substances, dont les sensibilisants et les substances ayant une valeur d'exposition inférieure à 5 ppm.

La réalité à laquelle les apprenants seront confrontés sur un chantier de construction sera probablement différente de celle qui prévalait dans ce milieu d'enseignement au moment de l'étude.



## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
SOMMAIRE.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES ACRONYMES.....	viii
1. INTRODUCTION.....	1
2. OBJECTIFS.....	2
3. MÉTHODOLOGIE.....	3
3.1 Population.....	3
3.2 Estimation de la durée d'utilisation.....	5
3.3 Estimation des concentrations maximales et du risque.....	6
3.4 Évaluation d'empoussièrement lors du sablage de joints.....	9
3.5 Équipements de protection.....	10
4. RÉSULTATS.....	11
4.1 Population.....	12
4.2 Estimation du risque d'exposition.....	13
4.3 Évaluation d'empoussièrement lors du sablage de joints.....	15
4.4 Maîtrise du risque.....	17
4.4.1 Ventilation.....	17
4.4.2 Substitution.....	18
4.4.3 Équipements de protection.....	18
5. DISCUSSION.....	19
5.1 Approche utilisée.....	19
5.2 Population.....	20
5.3 Estimation du risque d'exposition.....	20
5.3.1 Risque estimé par la base de données.....	21
5.3.1.1 Charpenterie/menuiserie.....	21
5.3.1.2 Plâtrage.....	21
5.3.1.3 Plomberie/chauffage.....	22
5.3.2 Risque estimé par jugement professionnel.....	23
5.3.2.1 Charpenterie/menuiserie.....	23
5.3.2.2 Plâtrage.....	24
5.3.2.3 Plomberie/chauffage.....	25
5.4 Évaluation environnementale.....	26

---

5.4.1	Poussière respirable .....	27
5.4.1.1	Concentration en zone respiratoire des apprenants.....	27
5.4.1.2	Concentrations en poste fixe.....	28
5.4.2	Silice cristalline (quartz).....	29
5.4.3	Empoussièrement de l'atelier de plâtrage.....	30
5.5	Maîtrise du risque .....	31
5.5.1	Ventilation.....	31
5.5.2	Substitution .....	31
5.5.3	Équipements de protection.....	32
6.	LIMITES.....	33
6.1	Modèle utilisé pour l'estimation de l'intervalle des concentrations et du risque .....	33
6.2	Étude .....	33
7.	CONCLUSION.....	35
8.	RÉFÉRENCES .....	37
	ANNEXES.....	39
	Annexe 1 : Informations colligées dans la base de données selon le métier, le module, la tâche et l'étape .....	41
	Annexe 2 : Listes des substances par effet sur la santé par tâche par module de chacun des métiers.....	45
	Annexe 3 : Équipements de protection recommandés selon l'étape .....	49

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Durées des apprentissages dans les modules par métier .....	3
Tableau 2 : Liste des modules et leur durée par métier .....	4
Tableau 3 : Niveau d'empoussièremment généré par des produits à l'état solide .....	7
Tableau 4 : Volatilité d'une substance à l'état liquide à 20 °C.....	7
Tableau 5 : Intervalle des concentrations pour les solides.....	7
Tableau 6 : Intervalle des concentrations pour les liquides .....	7
Tableau 7 : Estimation du risque d'exposition à une substance .....	8
Tableau 8 : Risque chimique par étape, par module et par métier.....	12
Tableau 9 : Durée d'utilisation et risque estimé par la base de données .....	14
Tableau 10 : Durée d'utilisation et risque estimé par jugement professionnel.....	15
Tableau 11 : Résultats en poussières respirables et en quartz lors du sablage de joints.....	16
Tableau 12 : Empoussièremment de l'atelier de plâtrage .....	17

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Sites des prélèvements dans l'atelier de plâtrage .....	10
Figure 2 : Nombre de substances par effet sur la santé pour chacun des métiers.....	13
Figure 3 : Empoussièremment de l'atelier de plâtrage .....	17
Figure 4 : Atelier charpenterie/menuiserie .....	23
Figure 5 : Préparation de mélange de base acrylique .....	25
Figure 6 : Atelier de soudure .....	26
Figure 7 : Intérieur d'une enceinte de l'atelier de plâtrage.....	28
Figure 8 : Comparaison des résultats de poussières respirables .....	29
Figure 9 : Surfaces extérieures des enceintes de l'atelier de plâtrage.....	30

## LISTE DES ACRONYMES

Certains acronymes sont utilisés dans ce rapport afin de faciliter la lecture du texte, des figures et des tableaux.

% sub	Proportion de la substance dans la composition du produit commercial
APR	Appareil de protection respiratoire
ACGIH <sup>®</sup>	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
BD	Base de données (montée dans Access de Microsoft)
CHA/MEN	Charpenterie menuiserie
COSHH	Control of Substances Hazardous to Health
CPV	Chlorure de polyvinyle
CSST	Commission de la santé et de la sécurité du travail
DE <sub>n max</sub>	Durée maximale des étapes
D <sub>max</sub>	Temps maximal
DU	Durée totale d'utilisation
ÉP	Équipement de protection
F <sub>max</sub>	Fréquence maximale
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
HSE	Health and Safety Executive
ILD	Instrument à lecture directe
IP	Irritant pour la peau
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
IVR	Irritant pour les voies respiratoires
Limite inf T°	Limite inférieure de température
Limite sup T°	Limite supérieure de température
MDF	Fibre de densité moyenne ( <i>Medium density fiber</i> )
mL/min	Millilitres par minute
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NIST	National Institute of Science and Technology
P	Valeur plafond à ne pas dépasser
PLÂ	Plâtrage
PLO/CHA	Plomberie chauffage
PNCA	Poussières non-classifiées autrement
PR	Poussières respirables
PT	Poussières totales
Pt <sub>g</sub>	Point d'ébullition
Qté max prod	Quantité maximale de produit utilisé
Qté max sub	Quantité maximale de la substance
REPTOX	Service du répertoire toxicologique
RSST	Règlement sur la santé et la sécurité du travail
SP	Sensibilisant pour la peau
SST	Santé et sécurité du travail
SVR	Sensibilisant pour les voies respiratoires
VEMP	Valeur d'exposition moyenne pondérée
VEA	Valeur d'exposition admissible
ZR	Zone respiratoire

## 1. INTRODUCTION

L'asthme est une maladie pulmonaire professionnelle très répandue dans les pays industrialisés. Selon des études épidémiologiques, environ 10 % des cas d'asthme répertoriés seraient attribuables au travail (1). La majorité des cas d'asthme au travail verraient leur état préexistant d'asthme exacerbé par leurs conditions de travail (2).

L'équipe du Dr Denyse Gautrin du Centre asthme et travail mène, depuis 2005, une étude pilote sur l'asthme exacerbé au travail chez les apprenants de métiers de la construction. Les résultats préliminaires de cette étude, intitulée *Asthme exacerbé par le travail chez les apprentis-travailleurs de la construction*<sup>1</sup>, indiquent qu'environ 35 % des participants montrent des signes ou des symptômes d'asthme. Compte tenu que les produits commerciaux utilisés au cours des modules d'apprentissage peuvent exacerber les symptômes d'asthme existant chez les apprenants, la caractérisation de ce milieu d'enseignement permettrait de documenter leur risque d'exposition à des agents sensibilisants ou irritants, tels les poussières, les gaz et les vapeurs. Une demande a été adressée à l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) par la chercheuse afin de documenter, dans le cadre d'un projet de collaboration subventionné en partie par le Centre asthme et travail, l'utilisation de produits sensibilisants ou irritants dans le milieu d'enseignement de trois métiers de la construction. La caractérisation de ce milieu ne vise pas à établir la cause potentielle des symptômes d'asthme, mais à soutenir une autre étude pilote en cours sur la santé des apprentis citée plus haut, menée par le Centre asthme et travail.

Au cours de leur formation professionnelle, les apprenants suivent un module dédié à la santé et la sécurité du travail (SST) où ils se familiarisent avec le volet légal. Les notions de méthodes sécuritaires de travail et d'habiletés inhérentes au métier sont, pour leur part, intégrées dans les exercices effectués au cours des apprentissages en atelier pratique<sup>2</sup>. Par conséquent, elles sont enrichies de l'expérience et du vécu professionnel de l'enseignant. En octobre 2003, le *Protocole de Québec pour l'intégration des compétences en santé et en sécurité du travail (SST) dans l'enseignement et la formation professionnels et techniques*<sup>3</sup> est adopté et reconnaît le rôle à jouer par le réseau scolaire en matière de prévention en SST. La présente étude d'hygiène du travail s'arrime à ce rôle en caractérisant l'utilisation des sensibilisants ou irritants au cours de la formation. Des documents contenant l'information pouvant être intégrée au module traitant de la SST ou dans les modules d'apprentissage en atelier seront subséquentement produits. Ces documents se veulent des outils informatifs destinés aux apprenants et aux apprentis.

---

<sup>1</sup> <http://asthma-workplace.com/fr/recherche/node/1095>

<sup>2</sup> Piste vol 8 no 2

<sup>3</sup> [http://www.csst.qc.ca/portail/fr/publications/dc\\_800\\_205.htm](http://www.csst.qc.ca/portail/fr/publications/dc_800_205.htm)

## 2. OBJECTIFS

Le premier objectif de l'étude est de documenter le milieu d'enseignement professionnel en termes de conditions environnementales et de facteurs de risque d'exposition à des contaminants chimiques (sensibilisants, irritants respiratoires ou cutanés). Il répond à la demande de collaboration adressée par des chercheurs du Centre asthme et travail qui mène une étude pilote sur l'asthme exacerbé chez les apprenants de trois métiers de la construction.

Le deuxième objectif de l'activité vise à énumérer des moyens de prévention et des équipements de protection en lien avec l'utilisation des produits dans le cadre de la formation de ces métiers dans une institution d'enseignement. À cet effet, les produits ayant un effet sur la peau ont donc été retenus.

### 3. MÉTHODOLOGIE

#### 3.1 Population

L'étude s'est déroulée dans une maison québécoise d'enseignement des métiers de la construction. Les trois métiers ciblés étaient : 1) charpenterie/menuiserie (CHA/MEN), 2) plâtrage (PLÂ) et 3) plomberie/chauffage (PLO/CHA). Pour chacun de ces métiers, le programme d'apprentissage comprend plusieurs modules dont l'enseignement de certains est uniquement magistral, d'autres comprennent une partie d'enseignement magistral suivi de l'exécution d'exercices manuels en atelier. La collecte d'informations a porté sur les tâches exécutées par les apprenants dans chacun des modules d'apprentissage en atelier, sur les substances utilisées ainsi que sur la durée et la fréquence d'utilisation de produits commerciaux. La durée du programme d'apprentissage par métier et la répartition entre l'apprentissage par enseignement magistral et celui des modules pratiques en atelier sont énumérées au tableau 1. Dans les modules d'apprentissage en atelier, l'exécution des exercices manuels (colonne de droite) couvre respectivement 56 %, 65 % et 45 % de la durée du programme pour chacun des métiers.

**Tableau 1 : Durées des apprentissages dans les modules par métier**

Métier (Durée du programme)	Nombre de modules (Durée des modules)		Durée des Exercices manuels
	Enseignement magistral	Atelier	
Charpenterie/menuiserie (1 350 h)	12 (430 h)	11 (920 h)	755 h
Plâtrage (810 h)	6 (165 h)	7 (645 h)	530 h
Plomberie/chauffage (1 500 h)	15 (705 h)	11 (795 h)	673 h

Les informations ont été recueillies par l'observation des exercices, par des échanges avec les apprenants et leurs professeurs, par la consultation des fiches signalétiques des produits utilisés au cours des modules en atelier et des manuels pédagogiques de ces modules. Ces derniers décrivent les tâches et les étapes pour la réalisation de l'exercice manuel. Les moyens de prévention, la ventilation et les équipements de protection (ÉP) utilisés par les apprenants et recommandés dans la littérature scientifique, ont été répertoriés.

Les substances ont été retenues selon leurs effets sensibilisants ou irritants décrits dans les fiches signalétiques des produits commerciaux, d'après les données du Service du répertoire toxicologique (REPTOX) de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) <sup>4</sup> et du Hazardous Substances Data Bank (HSDB) <sup>5</sup> et selon Bernstein et al. (3). Ces effets décrits dans l'une ou l'autre de ces sources sont :

- sensibilisant pour les voies respiratoires (SVR),
- irritant pour les voies respiratoires (IVR),
- sensibilisant pour la peau (SP),
- irritant pour la peau (IP).

<sup>4</sup> <http://www.reptox.csst.qc.ca/>

<sup>5</sup> <http://toxnet.nlm.nih.gov/>

La notion d'irritant des voies respiratoires énoncées dans le REPTOX, le HSDB et la fiche signalétique est parfois associée à une concentration élevée de la substance, à une durée de contact prolongée ou répétée avec celle-ci. De plus, certaines substances causent une irritation mécanique des voies respiratoires.

Seuls les exercices manuels (tâche et étape <sup>6</sup>) ont été ciblés dans la présente étude. Le numéro et le nom des modules d'apprentissage en atelier, la durée totale du module et celle dédiée à l'exécution des exercices manuels en atelier sont inventoriés au tableau 2.

**Tableau 2 : Liste des modules et leur durée par métier**

Métier	No	Nom du module d'apprentissage en atelier	Durée	
			Module	Atelier
Charpenterie/menuiserie	3	Assemblage et outillage	75 h	60 h
	7	Coffrages d'empâtements, de murs de fondation et de murs de béton	75 h	70 h
	8	Coffrages de colonnes, de poutres, de dalles et d'escaliers	105 h	90 h
	12	Assemblage et équipements	45 h	45 h
	13	Charpente de plancher et de murs	120 h	80 h
	14	Toitures	90 h	70 h
	16	Finition extérieure	75 h	60 h
	17	Finition intérieure	105 h	95 h
	18	Ameublement et accessoires	60 h	50 h
	19	Escaliers	105 h	85 h
	21	Démolition, rénovation et entretien	60 h	50 h
Plâtrage	6	Crépi de plâtre	105 h	85 h
	7	Finition de plâtre	90 h	85 h
	8	Pose de crépi sur béton	30 h	25 h
	9	Tirage de joints	120 h	100 h
	10	Moulurage et pose d'éléments	105 h	85 h
	11	Acrylique et stuc	120 h	100 h
	12	Réparation de surface	75 h	50 h
Plomberie/chauffage	3	Mécanique de tuyauterie	90 h	70 h
	6	Système de drainage	90 h	90 h
	7	Système d'évents	60 h	60 h
	11	Travaux de soudage	45 h	38 h
	12	Distribution d'eau froide et d'eau chaude	60 h	40 h
	13	Appareils sanitaires et accessoires de plomberie	45 h	40 h
	15	Réparation de systèmes de plomberie	45 h	45 h
	19	Systèmes de chauffage à un tuyau	75 h	60 h
	22	Systèmes de chauffage à l'eau chaude, direct et renversé	105 h	95 h
	23	Systèmes de chauffage à vapeur, basse pression	120 h	95 h
24	Réparation de système de chauffage	60 h	40 h	

<sup>6</sup> Les termes *tâche* et *étape* sont utilisés aux fins de la base de données pour illustrer l'exercice et les différents procédés utilisés au cours de cet exercice manuel. Ils correspondent à la description des exercices faisant partie des documents pédagogiques utilisés par les apprenants.

Les différents procédés utilisés au cours de l'apprentissage en atelier pour les trois métiers ciblés ne sont pas décrits dans ce rapport. Seules les tâches et les étapes pour réaliser les exercices manuels sont énumérées.

Une base de données (BD) a été développée avec le logiciel Microsoft Access pour analyser les informations colligées. Au cours du module d'apprentissage en atelier, les exercices manuels regroupent la tâche et les étapes. La tâche est spécifique à un module et à un métier tandis que l'étape est une opération indépendante de la tâche, du module et du métier. Une étape peut être rattachée à d'autres tâches, d'autres modules et d'autres métiers. Un module peut comprendre plus d'une tâche; une tâche peut comporter plus d'une étape et une substance peut être présente dans de nombreux produits commerciaux utilisés dans un ou plusieurs module(s) par métier.

<b>Exemple pour différencier tâche et étape au cours de modules en charpentier/menuiserie</b>		
<b>Module :</b>	3 - Assemblage et outillage	12 - Assemblage et équipements
<b>Tâche :</b>	Construction d'un coffre	Sécurité et utilisation des outils
<b>Étape :</b>	Scier mécaniquement le bois	Scier mécaniquement le bois

### 3.2 Estimation de la durée d'utilisation

Un écart de temps (minimum/maximum) pour l'exécution d'une étape et sa fréquence (répétition de l'étape) ont été estimés par observation et saisis dans la BD. Dans la première requête <sup>7</sup> de la BD, ce temps maximal ( $D_{max}$ ) a été multiplié par cette fréquence maximale ( $F_{max}$ ) pour les étapes pour en déterminer la durée maximale ( $DE_{n\ max}$ ) (équation 1). La durée maximale chacune des tâches ( $DE_{n\ max}$ ) où un produit à base de substances sensibilisantes ou irritantes est utilisé est additionnée pour estimer la durée totale d'utilisation (DU) des produits au regard de chaque substance (équation 2).

$$F_{max} \times D_{max} = DE_{n\ max} \quad (1)$$

$$(DE_{1\ max}) + (DE_{2\ max}) + \dots + (DE_{n\ max}) = DU \quad (2)$$

La durée totale d'utilisation (DU) des produits au cours du module tient compte de toutes les étapes de la tâche qui répondent aux conditions suivantes :

- a. La durée maximale de l'étape ( $DE_{n\ max}$ ) est additionnée pour toutes les substances à l'état solide s'il y a émission sous forme de poussières ou de fumées **lors de l'utilisation du produit.**
- b. La durée maximale de l'étape ( $DE_{n\ max}$ ) est additionnée pour toutes les substances à l'état liquide émises sous forme de vapeurs ou de brouillards **lors de l'utilisation du produit.**

**Exemple pour illustrer la durée d'utilisation :**  
 La tâche «tirage de joint» comprend deux étapes, l'application de la pâte et le sablage des joints. Des vapeurs d'éthylène glycol sont émises lors de l'application de la pâte à joint tandis que le sablage des joints (pâte séchée) génère une fine poussière. Dans la première étape, la durée est cumulée pour les substances liquides, pour la seconde pour les substances solides émises.

<sup>7</sup> Selon Microsoft Access, une requête peut être utilisée pour afficher, modifier et analyser des données de diverses façons.

Une vérification de la saisie des données a été réalisée directement à partir des tables<sup>8</sup>. Ce contrôle de qualité avait pour but de s'assurer que l'ensemble des informations était saisi et que ces informations étaient conformes à celles recueillies.

### 3.3 Estimation des concentrations maximales et du risque

Pour estimer le risque d'exposition aux sensibilisants ou irritants, une deuxième requête a été développée selon certains principes directeurs du modèle de prédiction de l'exposition développé par le Health and Safety Executive (HSE) pour leur outil de maîtrise, le *COSHH Essentials*. Ce modèle permet d'estimer des intervalles de concentrations d'exposition pour trois classes de stratégie de maîtrise d'ingénierie. Ces classes sont basées sur les moyens de maîtrise qui vont de l'isolement du procédé et des équipements, de la ventilation locale à la ventilation générale<sup>9</sup> (4). Ce modèle de prédiction décrit par Maidment a été adapté pour l'atteinte des objectifs de l'étude en utilisant la stratégie de maîtrise avec ventilation générale. Cette stratégie correspond au niveau de maîtrise le plus faible et les intervalles ainsi estimés représentent les concentrations les plus élevées. Le pire scénario est, par conséquent, ciblé pour assurer la protection des apprenants et de leurs enseignants.

Les données colligées dans la BD comprennent la proportion maximale des substances (% sub) composant le produit commercial utilisé (informations tirées des fiches signalétiques) et la quantité maximale de produit utilisé (Qté max prod) (estimée par observation et consultation auprès des enseignants). Pour déterminer les intervalles de concentrations des substances ayant un effet sur les voies respiratoires (IVR et SVR), cette deuxième requête de la BD tient compte de la quantité maximale (Qté max sub) (équation 3) ainsi que du **niveau d'empoussièrement** pour les substances solides et de la **volatilité** pour les substances liquides. De tels intervalles n'ont pas été établis pour les SP et IP.

$$\text{Qté max prod} \times \% \text{ sub} = \text{Qté max sub} \quad (3)$$

Ces deux notions, le **niveau d'empoussièrement** et la **volatilité** reposent sur une classification à trois intensités : faible, moyenne et élevée. Pour les produits à l'état solide, leur niveau d'empoussièrement est établi qualitativement selon la caractéristique du produit utilisé et l'intensité d'émission de poussières ou de fumées observées par l'utilisateur, tel que stipulé par le modèle de prédiction décrit par Maidment. Pour les produits à l'état liquide, toujours selon Maidment, la volatilité est calculée en tenant compte du point d'ébullition ( $Pt_e$ ) de la substance et de la température du procédé ( $T^\circ$  procédé), qui, dans la présente étude, est fixée à 20 °C. Les intervalles de températures (Limite sup.  $T^\circ$  et Limite inf.  $T^\circ$ ) pour classifier l'intensité de la volatilité sont déterminés à l'aide des équations 4 et 5. Les informations des tableaux 3 et 4 permettent de déterminer respectivement le niveau d'empoussièrement et la volatilité.

$$\text{Limite sup. } T^\circ = 5 \times T^\circ \text{ procédé} + 50^\circ \quad (4)$$

$$\text{Limite inf. } T^\circ = 2 \times T^\circ \text{ procédé} + 10^\circ \quad (5)$$

<sup>8</sup> Selon Microsoft Access, une table est un montage de données relatives à un sujet spécifique, tel un produit ou des fournisseurs.

<sup>9</sup> Selon Maidment, la ventilation générale peut consister en une ventilation naturelle assurée par des fenêtres et des portes.

**Tableau 3 : Niveau d'empoussièrement généré par des produits à l'état solide**

Niveau d'empoussièrement	Caractéristique du produit	Intensité de l'émission
Faible	Pastilles ou solides non friables.	Poussières observables.
Moyen	Cristaux ou granules.	Poussières observables se déposant rapidement avec accumulation sur les surfaces.
Élevé	Poudre fine et légère.	Nuage de poussières observables demeurant en suspension plusieurs minutes.

Adapté de Maidment (1998)

**Tableau 4 : Volatilité d'une substance à l'état liquide à 20 °C**

Volatilité	Point d'ébullition (Pt <sub>é</sub> ) de la substance
Faible	Pt <sub>é</sub> > 150 °C
Moyenne	50 °C < Pt <sub>é</sub> ≤ 150 °C
Élevée	Pt <sub>é</sub> ≤ 50 °C

Adapté de Maidment (1998)

À partir du niveau d'empoussièrement ou de la volatilité, selon l'état de la substance, les informations des tableaux 5 (pour un solide) et 6 (pour un liquide) permettent de déterminer un intervalle des concentrations en fonction de la quantité maximale des substances (Qté max sub) déterminée d'après l'équation 3.

**Tableau 5 : Intervalle des concentrations pour les solides**

Intervalle des concentrations	Quantité maximale pour un niveau d'empoussièrement estimé		
	Faible	Moyen	Élevé
0,01-0,1 mg/m <sup>3</sup>	<1 kg	<1 kg	
0,1-1 mg/m <sup>3</sup>	≥1 kg et <1000 kg ≥1000 kg		<1 kg
1-10 mg/m <sup>3</sup>		≥1 kg et <1000 kg	≥1 kg et <1000 kg
>10 mg/m <sup>3</sup>		≥1000 kg	≥1000 kg

Adapté de Maidment (1998)

**Tableau 6 : Intervalle des concentrations pour les liquides**

Intervalle des concentrations	Quantité maximale pour une volatilité estimée		
	Faible	Moyenne	Élevée
< 5 ppm	< 1 L		
5 - 50 ppm	≥ 1 L et < 1000 L ≥ 1000 L	< 1 L	< 1 L
50 - 500 ppm		≥ 1 L et < 1000 L ≥ 1000 L	≥ 1 L et < 1000 L
> 500 ppm			≥1000 L

Adapté de Maidment (1998)

**Exemple pour les substances à l'état solide :**

Une faible émission de poussières est observable au cours de l'étape de la préparation du mélange de crépi de plâtre. Le niveau d'empoussièremment est estimé «faible» selon les données du tableau 3. À partir de ce niveau d'empoussièremment (tableau 3) et des quantités maximales ( $Qté_{max\ sub}$ ) (équation 3), l'intervalle des concentrations est estimé à l'aide du tableau 5.

**Exemple pour les substances à l'état liquide :**

La pâte à joint contient de l'éthylène glycol dont le point d'ébullition est de 196 °C. La volatilité de cette substance est estimée «faible» selon les données du tableau 4. À partir de cette volatilité (tableau 4) et de la quantité maximale des substances ( $Qté_{max\ sub}$ ) (équation 3), contenues dans la pâte à joint, l'intervalle de concentrations est estimé à l'aide du tableau 6.

La concentration maximale de l'intervalle ainsi obtenu a été comparée à la valeur d'exposition admissible (VEA) du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) (5) pour la substance ciblée (SVR et IVR). Cette estimation du risque d'exposition à une substance est décrite au tableau 7. Elle tient compte du niveau d'empoussièremment ou de la volatilité et de la quantité maximale du produit utilisé au cours de l'exécution d'une (ou des) étape(s).

**Tableau 7 : Estimation du risque d'exposition à une substance**

Pourcentages de la VEA d'une substance	Estimation du risque
≥ 75 % de sa VEA.	Très élevée
50 – 75 % de sa VEA.	Élevée
25 – 50 % de sa VEA.	Moyenne
10 - 25 % de sa VEA.	Faible
< 10 % de sa VEA.	Très faible

**Exemple pour illustrer l'estimation du risque :**

Dans une situation où la **volatilité d'une substance** est estimée «**élevée**» ( $Pt_e \leq 50\text{ °C}$ ) (tableau 4) et de la quantité maximale ( $\geq 1\text{ L}$  et  $< 1000\text{ L}$ ) (tableau 6), l'intervalle des concentrations se situe entre 50 – 500 ppm. La concentration maximale retenue, 500 ppm, est comparée à un pourcentage de sa VEA de 600 ppm. Le risque est ainsi estimé **très élevé** au regard de la concentration maximale et de la correspondance à sa VEA ( $0,75 \times 600\text{ ppm} = 450\text{ ppm}$ , supérieure à 500 ppm).

Finalement, des vérifications aléatoires, à partir des données colligées dans la BD, des calculs et des résultats obtenus par les requêtes ont été réalisées afin de s'assurer de leur exactitude. Cette validation des résultats obtenus avec les requêtes a été réalisée par calcul à partir des données brutes et saisies dans la BD.

Au cours de quelques étapes et pour certains produits, il y a génération de substances sous une forme physique ou chimique différente de celles contenues ou dégagées par ceux-ci au moment de leur utilisation à température ambiante. Dans de telles situations, le risque a été estimé, notamment, à partir de la proportion maximale de la substance dans le produit (% sub) (information extraite de la BD), des durées totales d'utilisation (DU) (information extraite de la BD), de l'expertise des auteurs et des observations des tâches exécutées au cours des modules ainsi que des données de la littérature (6-8). Toutefois, certaines substances, telles les poussières

de bois et métalliques, ont été retenues pour leur effet d'irritation mécanique des voies respiratoires.

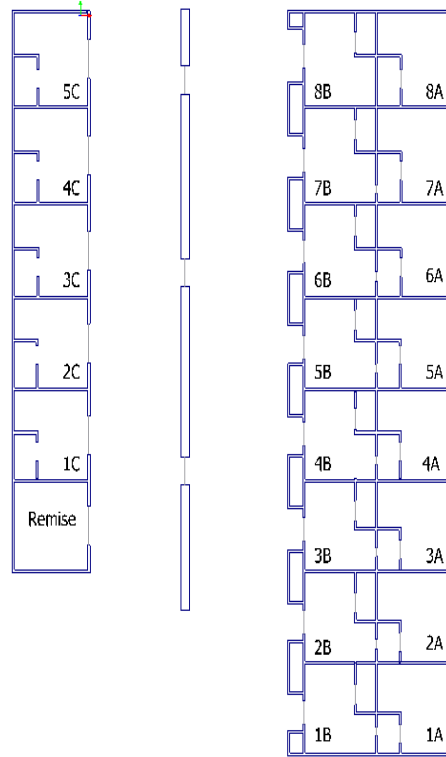
Mentionnons, à titre d'exemple, le soudage où il y a dégradation thermique et génération de fumées et des gaz de soudage ou, encore, le sablage mécanique de pièces de bois où il y a émission de poussières de bois. Pour les substances ainsi générées, l'estimation du risque est effectuée par jugement professionnel.

### 3.4 Évaluation d'empoussièrément lors du sablage de joints

Les poussières respirables (PR) générées par l'étape du sablage des joints ont été prélevées en zone respiratoire (ZR) des apprenants à l'aide d'un cyclone de nylon de 10 mm de type Dorr-Oliver. Le débit des prélèvements était ajusté au début de l'intervention à 1,7 L/min à l'aide d'un débitmètre à bulles de marque Gilibrator © avec une cellule de 20 mL/min à 6 L/min. Ce débitmètre, approuvé standard primaire par le *National Institute of Science and Technology* (NIST), a une exactitude de 99 %. L'écart entre les débits initial et final ne dépassait pas 5 %. La mesure gravimétrique de ces poussières était suivie de l'analyse pour déterminer leur teneur en silice cristalline (quartz), selon la méthode d'analyse par diffraction des rayons-X #206-2 de l'IRSST<sup>10</sup>. Le volume de prélèvement recommandé par cette méthode analytique est de 800 L et sa limite de quantification est 20 µg par filtre. Les filtres utilisés étaient en chlorure de polyvinyle (CPV) de 0,8 µm. En parallèle à ces prélèvements en ZR, d'autres ont été effectués en air ambiant à quatre postes fixes simultanément suivant la même méthode.

Il y a eu deux séries de prélèvements pendant l'apprentissage (jours 1 et 2) et une troisième (jour 3) au cours de la période de l'examen final où la majorité des apprenants effectuaient du sablage des murs ou de surfaces latérales extérieurs des enceintes. Ces dernières, dans lesquelles les apprenants travaillaient les jours 1 et 2, sont identifiées par un chiffre et une lettre (numéro de l'enceinte) sur la figure 1. Des prélèvements étaient effectués en ZR des apprenants et, dans la majorité des cas, un poste fixe était jumelé à ceux-ci. Ce poste était situé au centre de l'enceinte pour les jours 1 et 2 et dans le corridor le jour 3.

<sup>10</sup> [http://www.irsst.qc.ca/fr/\\_RSST14808-60-7.html](http://www.irsst.qc.ca/fr/_RSST14808-60-7.html)



**Figure 1 : Sites des prélèvements dans l'atelier de plâtrage**

Un instrument à lecture directe (ILD) des concentrations d'aérosol, de marque TSI modèle DustTrak™ 8520, a été utilisé avec un embout de 10 µm pour quantifier l'empoussièremement dans l'atmosphère générale de l'atelier de plâtrage pour des particules inférieures à 10 µm. Il était positionné en face de l'enceinte 5B. L'instrument a été étalonné avec de la poussière *Arizona Test Dust*, l'étalon ISO 12103-1, A1 ultra fine *test dust*.

Les différentes durées de prélèvements tiennent compte des travaux exécutés par l'apprenant et leur durée ainsi que du nombre d'apprenants qui réalisent cette étape de sablage de joints.

### 3.5 Équipements de protection

Une troisième requête a permis d'extraire l'information relative aux différents équipements de protection inscrits dans les fiches signalétiques et ceux recommandés dans le *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* (9), publié par l'IRSST et dans le document intitulé *Recommendations for Chemical Protective Clothing*<sup>11</sup> de l'organisme américain National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). L'information ainsi obtenue est en lien avec la substance composant les produits commerciaux et non avec ces derniers afin de répondre au deuxième objectif de l'étude.

<sup>11</sup> <http://www.cdc.gov/niosh/prot-cloth/ncpc2.html>

## 4. RÉSULTATS

D'après les informations colligées, une tâche ou une étape peut être exécutée au cours d'un module en atelier et un produit commercial peut être utilisé dans plusieurs modules. Le risque chimique peut être différent, entre autres en fonction de l'état physique des produits au moment de leur utilisation, les propriétés physico-chimiques des substances composant ceux-ci et de la température du procédé. Le risque documenté dans le cadre de cette étude tient compte uniquement des substances sensibilisantes ou irritantes pour les voies respiratoires sous forme de vapeurs, de gaz et de poussières. Ce risque associé aux principales étapes, sans référence au niveau de celui-ci, et le support ou le matériau, sur lequel les travaux sont exécutés, sont résumés au tableau 8. Les modules dans lesquels aucun risque chimique n'a été identifié ne sont pas énumérés dans ce tableau. La liste des étapes pour chacune des tâches réalisées dans un module pour les trois métiers à l'étude est résumée à l'annexe 1.

Aucune variation des températures n'a été observée dans les ateliers visités. La ventilation dans ceux-ci (ventilation mécanique, naturelle ou par extraction) assure le maintien des conditions de température et d'humidité. N'étant pas énoncé dans les objectifs de l'étude, l'efficacité de la ventilation n'a pas été évaluée. Les tâches dans certains modules sont exécutées à l'extérieur du bâtiment sous un abri temporaire. La température dans cet abri est maintenue au-dessus de celle prescrite dans les spécifications du matériau à appliquer (module acrylique en plâtrage).

Les substances ayant d'autres effets sur la santé ou présentant d'autres risques chimiques <sup>12</sup> n'ont pas fait l'objet de la collecte d'informations. D'autres risques (chimiques, physiques, ergonomiques, à la sécurité) peuvent être présents dans cette institution d'enseignement. Une attention doit être portée à ceux-ci, même s'ils ne sont pas traités dans le présent rapport.

---

<sup>12</sup> L'exposition à des substances ayant des effets cancérogènes ou à des produits inflammables n'a pas été traitée dans cette étude.

Tableau 8 : Risque chimique <sup>13</sup> par étape, par module et par métier

Métier	No module	Étape	Support/matériau	Risque *
Charpenterie/menuiserie	3, 12, 18	Usinage	Bois	Poussières de bois
	18	Collage **	Stratifié	Vapeurs de solvants organiques
	3, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21	Sciage	Bois, MDF, OSB, masonite, contreplaqué, fermes de toit, bois de coffrage, etc.	Poussières de bois Formaldéhyde
	3, 12, 17, 19	Sablage	Bois, joint pour gypse	Poussières de bois Poussières de pâte à joint
	16	Calfeutrage	Scellant d'ouvertures	Vapeurs de solvants organiques et d'isocyanates
	3	Application de teinture	Bois	Vapeurs de solvants organiques
Plâtrage	6, 7, 8, 10, 11	Préparation de mélanges	Différents supports (base, finition, etc.), plâtre de Paris, ciment Portland, acrylique, stuc	Poussières, quartz
	9, 12	Sablage	Pâte à joint séchée	Poussières de pâte à joint, quartz
Plomberie/chauffage	3, 19, 22, 23	Filetage	Tuyaux	Métaux, huile de coupe
	3, 6, 7, 11, 12, 13, 15, 19	Brasage sur cuivre	Tuyaux	Métaux, fumées
	3, 6, 7, 13, 15	Collage	ABS, PVC	Vapeurs de solvants organiques
	11	Soudage, oxycoupage	Tuyaux	Gaz, fumées de métaux
	24	Nettoyage de fournaise et brûleur	Chambre de combustion, cheminée, brûleur	Vapeurs de solvants organiques et d'huile à chauffage, poussières de suies
	13	Scellement	Appareils sanitaires	Vapeurs de solvants organiques

\* : Il s'agit d'une énumération du risque et non d'une estimation de son niveau.

\*\* : Les colles utilisées dans les modules 3 et 12 sont à base aqueuse, d'après la mention «aucune émission toxique» inscrite dans leur fiche signalétique.

## 4.1 Population

Tous métiers confondus, les apprenants sont en contact avec 103 substances composants de 69 produits différents. Selon le métier, ils sont en présence de 20 à 29 substances irritantes pour les voies respiratoires (IVR), de 0 à 2 substances sensibilisantes pour les voies respiratoires

<sup>13</sup> Ici il s'agit uniquement du risque associé à l'utilisation de substances sensibilisantes ou irritantes. L'exposition à des substances ayant des effets cancérigènes ou à des produits inflammables n'a pas été traitée dans cette étude.

(SVR), de 10 à 25 substances irritantes pour la peau (IP), de 2 à 3 sensibilisants pour la peau (SP). Une substance peut entrer dans la composition de plusieurs produits commerciaux. De plus, les produits commerciaux sont utilisés simultanément par tous les apprenants au cours de l'exécution de l'exercice pratique du module en atelier. Les substances auxquelles les apprenants sont exposés par métier selon leur effet sensibilisant ou irritant<sup>14</sup> sont dénombrées à la figure 2. D'après celle-ci, les apprenants sont en présence d'un nombre plus élevé de substances ayant potentiellement un effet irritant que de substances classifiées sensibilisantes. Ce nombre ne fait aucunement référence à leur niveau d'exposition, ni à la fréquence ou la durée de l'utilisation des produits.

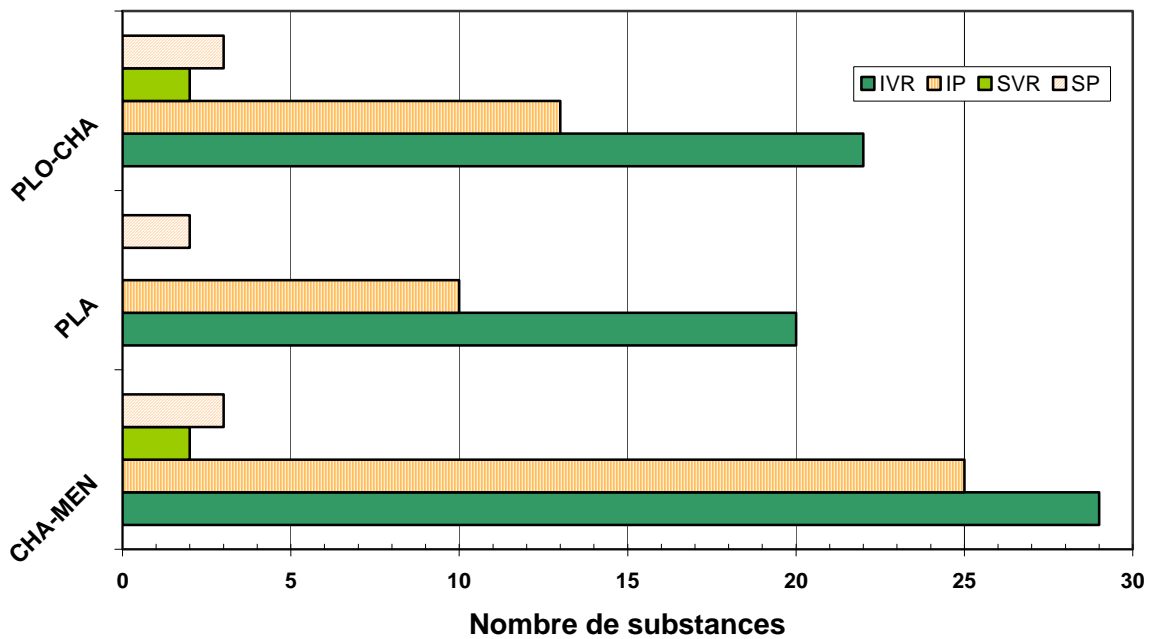


Figure 2 : Nombre de substances par effet sur la santé pour chacun des métiers

Les SP ou IP par module des métiers ciblés sont énumérées aux tableaux 2.1a, 2.1b et 2.1c et les SVR ou IVR aux tableaux 2.2 a, 2.2b et 2.2c de l'annexe 2. Les effets sur la santé inscrits dans ces tableaux sont décrits dans le REPTOX, HSDB ou Bernstein et al. Certaines substances retenues peuvent causer une irritation mécanique ou ont un effet irritant à haute concentration ou lors d'exposition répétée ou prolongée.

## 4.2 Estimation du risque d'exposition

Pour certains modules ou tâches, le risque d'exposition est estimé très faible au regard des petites quantités utilisées, de la courte durée et de la fréquence d'utilisation ainsi que du pourcentage maximal de la substance présente dans le produit commercial. Le risque relié à ces substances n'est pas mentionné parmi les résultats rapportés.

<sup>14</sup> CHA-MEN : charpenterie/menuiserie, PLA : plâtrage, PLO-CHA : plomberie/chauffage.

L'étape, les durées maximales d'utilisation (DU) et celle des modules d'apprentissage en atelier ainsi que le rapport entre ces deux durées, exprimé en pourcentage (%), sont résumés au tableau 9. On y retrouve également l'estimation du risque d'exposition à des irritants de type mécanique. Le risque estimé «très faible» à «moyen» pour les IVR n'y est pas énuméré. L'effet irritant peut être associé à de hautes concentrations (10 fois la VEMP) ou à des expositions répétées ou prolongées <sup>15</sup>.

**Tableau 9 : Durée d'utilisation et risque estimé par la base de données**

Métier	Nom de substance	Étape	DU (h)	DA (h)	%	VEA	Risque estimé *
CHA/MEN	Diisocyanate-4,4' de diphénylméthane	Appliquer scellant	0,8	60	2	0,005 ppm	Très élevé **
	Hexane normal	Coller stratifié	0,5	50	1	50 ppm	Très élevé
	Solvant Stoddard	Appliquer teinture, préparer recouvrement de toiture	1,0	130	< 1	100 ppm	Élevé
	Toluène	Appliquer teinture, remplir fissures	0,8	110	< 1	50 ppm	Très élevé
	Xylène	Appliquer scellant, coller stratifié	3,0	110	3	100 ppm	Élevé
PLÂ							
	Ciment Portland	Préparer mélange crépi taquet, crépi béton, nivelage et base acrylique.	9,6	210	5	PT 10 mg/m <sup>3</sup>	Faible
	Oxyde de calcium	Préparer mélange crépi béton, nivelage et base acrylique	7,9	125	7	2 mg/m <sup>3</sup>	Élevé
	Plâtre de Paris	Préparer mélange crépi taquet, crépi plâtre, base plâtre, finition plâtre, plâtre moulure	20,8	255	9	PT 10 mg/m <sup>3</sup>	Faible
	Silice cristalline (quartz)	Préparer le mélange ***	7,9	125	6	0,1 mg/m <sup>3</sup>	Élevé
PLO/CHA	Chlorure de méthylène	Démonter fournaise	0,3	40	< 1	50 ppm	Très élevé
	Méthyl éthyl cétone	Coller ABS, PVC	3,2	305	1	50 ppm	Très élevé
	Perchloroéthylène	Démonter fournaise	0,3	40	< 1	25 ppm	Très élevé
	Solvant Stoddard	Démonter fournaise	0,3	40	< 1	100 ppm	Élevé
	Tétrahydrofurane	Coller PVC	0,7	190	< 1	100 ppm	Élevé

DU : Durée totale d'utilisation.

DA : Nombre d'heures en atelier pour exécuter les étapes dans un ou plusieurs modules.

% : Rapport de la durée maximale d'utilisation sur le nombre d'heures en atelier, exprimé en pourcentage.

VEA : Valeur d'exposition admissible (valeur d'exposition moyenne pondérée inscrite dans l'annexe 1 du RSST).

\* : Le risque est estimé à partir du niveau d'empoussièrement ou de la volatilité, de la quantité maximale et de la concentration maximale de l'intervalle déterminé à l'aide de la BD. Cet intervalle des concentrations ne tient pas compte de la durée d'exposition réelle (voir section 6.1).

\*\* : Le risque estimé d'exposition au MDI est surestimé. Cette limite du modèle est discutée à la section 6.

\*\*\* : Pour l'acrylique, les mélanges de base et de nivelage, pour le crépi de béton.

PT : Poussières totales.

Pour certaines étapes, le risque d'exposition a été estimé à partir des proportions de la substance dans le produit (% sub), des observations des tâches exécutées au cours des modules, de l'expertise des auteurs et des données de la littérature. L'étape, les durées maximales

<sup>15</sup> Selon les informations verbales obtenues d'une personne travaillant au REPTOX.

d'utilisation (DU) et celle des modules d'apprentissage en atelier ainsi que le rapport entre ces deux durées, exprimé en pourcentage (%), sont résumés au tableau 10. Le risque estimé «très faible» à «moyen» pour les IVR n'y est énuméré, si l'effet irritant rapporté dans les sources consultées est associé à de haute concentration ou à des expositions répétées ou prolongées<sup>16</sup>. Toutefois, l'estimation pour certaines substances, telles la poussière de bois, les substances composants certaines poussières, est inscrite, compte tenu de leur effet d'irritation mécanique des voies respiratoires.

**Tableau 10 : Durée d'utilisation et risque estimé par jugement professionnel**

Métier	Nom de substance	Étape	DU (h)	DA (h)	%	VEA	Risque estimé*
CHAM/MEN	Poussières de bois **	Scier et sabler (escalier)	5,8	85	8	5 mg/m <sup>3</sup>	Élevé
PLÂ	Poussière irritante**	Sabler pâte à joint	1,5	250	1	PNCA 10 mg/m <sup>3</sup>	Élevé
PLO/CHA	Chlorure de zinc ***	Brasage	10,5	405	3	1 mg/m <sup>3</sup>	Élevé
	Cuivre	Brasage	0,8	38	2	0,2 mg/m <sup>3</sup>	Moyen
	Dioxyde d'azote	Soudage	1,0	38	3	3 ppm	Élevé
	Étain	Brasage	10,5	405	3	2 mg/m <sup>3</sup>	Moyen
	Fer	Soudage	2,0	38	6	5 mg/m <sup>3</sup>	Moyen
	Ozone	Soudage	1,0	38	3	0,1 ppm	Élevé

DU : Durée totale d'utilisation.

DA : Nombre d'heures en atelier pour exécuter les étapes dans un ou plusieurs modules.

% : Rapport de la durée maximale d'utilisation sur le nombre d'heures en atelier, exprimé en pourcentage.

VEA : Valeur d'exposition moyenne pondérée inscrite dans l'annexe 1 du RSST.

\* : Ce risque est estimé par jugement professionnel.

PNCA : Poussières non classifiées autrement.

\*\* : Irritant mécanique selon la concentration ou l'exposition répétée ou prolongée.

\*\*\* : Bernstein et al. classifient cette substance comme ayant un effet sensibilisant pour les voies respiratoires.

### 4.3 Évaluation d'empoussièrement lors du sablage de joints

L'étape du sablage des joints (module 9 de plâtrage) a fait l'objet d'une évaluation de l'empoussièrement étalée sur trois jours différents. Les résultats analytiques, en PR et en quartz, et la durée des prélèvements sont colligés par jour au tableau 11. Les enceintes de l'atelier de plâtrage sont décrites à la figure 1. Le numéro de l'enceinte rapporté au tableau 11 correspond à l'apprenant exécutant le sablage ou le poste fixe de prélèvement en air ambiant dans la dite enceinte.

<sup>16</sup> Selon les informations verbales obtenues d'une personne travaillant au REPTOX.

Tableau 11 : Résultats en poussières respirables et en quartz lors du sablage de joints

Jour	Numéro d'enceinte	Type de prélèvement	Durée (min)	Résultat analytique (mg/m <sup>3</sup> )	
				PR	Quartz
1	1B	Fixe *	15	1,5	Trace
	1B	ZR	15	1,3	Trace
	2C	Fixe *	76	0,37	Trace
	2C	ZR	26	2,1	Trace
	3A	Fixe *	73	2,2	Trace
	3A	ZR	72	4,9	0,18 **
	3B	ZR	16	6,5	Trace
	4C	Fixe *	15	1,0	Trace
2	4C	ZR	15	2,8	< VMR
	1A	Fixe *	43	0,83	Trace
	1A	ZR	20	4,4	Trace
	1B	Fixe *	28	0,77	Trace
	1B	ZR	22	3,0	Trace
	4A	Fixe *	43	2,4	Trace
3 ***	4A	ZR	30	14	0,49 **
	2A	Fixe *	85	1,2	Trace
	2A	ZR	51	1,6	Trace
	2B	Fixe *	91	0,98	Trace
	2B	ZR	90	2,5	Trace
	4A	Fixe *	85	1,1	Trace
	4A	ZR	68	2,1	Trace
	5B	Fixe ****	80	0,90	Trace
	5B	Fixe ****	80	0,90	Trace
	6A	Fixe *	85	1,3	Trace
	6A	ZR	74	2,7	Trace
	6B	Fixe *	79	1,4	Trace
	6B	ZR	67	1,8	Trace
	7B	Fixe *	80	0,89	Trace
7B	ZR	69	1,8	Trace	

PR : Poussières respirables exprimées en mg/m<sup>3</sup>.

ZR : Zone respiratoire.

\*: Prélèvement de poussières respirables en poste fixe dans l'enceinte.

Trace : Seul un pic de faible intensité est observé au plan principal de diffraction. La présence de silice cristalline ne peut donc être confirmée, tel qu'inscrit sur le rapport d'analyse émis par le laboratoire.

\*\* : Le rapport d'analyse mentionne la présence d'interférence au plan principal de diffraction du quartz surestimant le résultat. D'après la caractérisation minéralogique d'un prélèvement de procédé, cette interférence serait du sulfate de calcium.

\*\*\* : Travaux de sablage sur le mur extérieur de l'enceinte et prélèvements à l'extérieur de l'enceinte.

\*\*\*\* : Poste fixe jumelé à l'instrument à lecture directe d'aérosol.

Les lectures de l'empoussièrement (exprimé en mg/m<sup>3</sup>) de l'atelier de plâtrage prises avec l'ILD d'aérosol DustTrak<sup>TM</sup> 8520 au cours des trois jours de prélèvements sont schématisées graphiquement à la figure 3. La durée des prélèvements, leurs lectures moyennes et médianes par jour sont résumées au tableau 12.

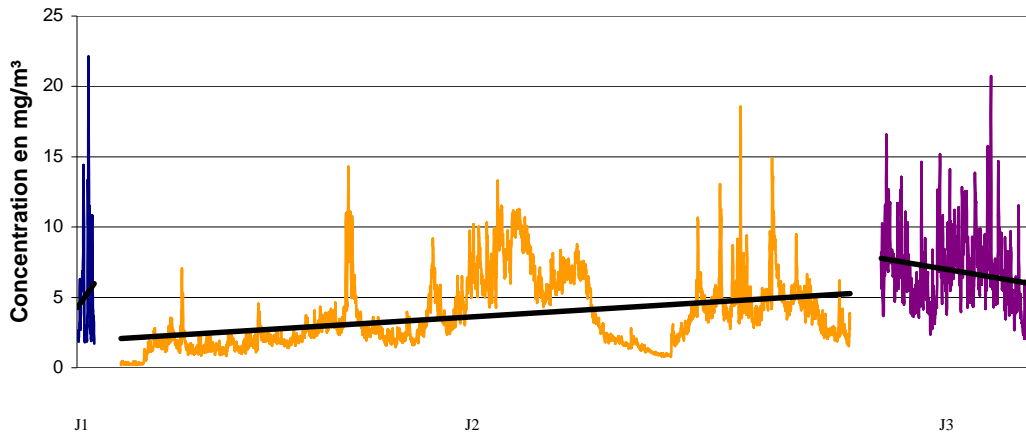


Figure 3 : Empoussièrment de l’atelier de plâtreage

Tableau 12 : Empoussièrment de l’atelier de plâtreage

Jour de prélèvement	Durée des prélèvements	Lecture moyenne	Médiane
J1	0h15	5,1 mg/m <sup>3</sup>	3,5 mg/m <sup>3</sup>
J2	6h10	3,7 mg/m <sup>3</sup>	2,9 mg/m <sup>3</sup>
J3	1h30	6,9 mg/m <sup>3</sup>	6,4 mg/m <sup>3</sup>

Une caractérisation minéralogique de la pâte à joint utilisée par les apprenants en plâtreage, au module 9, a été effectuée. Selon le rapport d’analyse du laboratoire, les composés mis en évidence dans cette pâte sont des carbonates (calcite et sulfate de calcium) en phase majeure, du quartz et du gypse.

#### 4.4 Maîtrise du risque

Différents moyens de maîtrise et de prévention ont été observés dans les ateliers de l’école. Les enseignants ont mentionné qu’il y a eu beaucoup d’efforts pour réduire le niveau de risque d’exposition chimique, notamment par la substitution de certains produits.

##### 4.4.1 Ventilation

La ventilation générale dans les ateliers de cette école est essentiellement assurée par des ouvertures dans la structure du bâtiment (portes et fenêtres) ou par un système mécanique. Un ventilateur d’extraction peut être installé, notamment dans l’atelier escaliers et dans celui de la menuiserie du premier étage. Une machine soufflante est utilisée pour mélanger l’air de l’atelier de plâtreage et pour assécher superficiellement la pâte à joint.

Dans l’atelier de menuiserie situé au rez-de-chaussée, certains outils, tels le planeur, le banc de scie et la scie à ruban, sont équipés d’un système d’aspiration à la source. Les ateliers de soudure sont divisés en enceintes individuelles où les équipements de soudure à l’arc et de brasage sur cuivre sont disposés. Ces enceintes sont munies de système d’aspiration à la source.

Certains ateliers sont érigés à l'extérieur du bâtiment (abri temporaire) pour la durée du module. C'est le cas en plâtrage pour le module 11, acrylique et stuc. Les échafauds et les bâches, installés par les apprenants, servent d'atelier où un système mobile de chauffage assure un certain confort thermique, mais surtout un maintien d'une température appropriée au matériau à appliquer. Ce système de chauffage à air pulsé, alimenté au propane, était situé au niveau du sol. Les travaux étaient exécutés sur la paroi du mur extérieur du deuxième étage du bâtiment. Le jour des observations des étapes *préparer et appliquer le mélange de nivelage d'acrylique*, la météo était clémente et ce système <sup>17</sup> était peu sollicité.

#### 4.4.2 Substitution

Dans ce milieu d'enseignement, plusieurs produits ont été substitués au cours des ans. Mentionnons, entre autres, les colles et les teintures, utilisées en charpenterie/menuiserie. Ces nouveaux produits contiennent moins de solvants organiques.

La fréquence des étapes et leur durée sont probablement beaucoup plus élevées sur un chantier qu'en milieu d'enseignement. Dans ce milieu, les apprenants réalisent de certaines étapes avec différents produits sur une durée beaucoup plus courte que dans les conditions de chantiers. À l'occasion, l'enseignant procède à une démonstration d'une étape présentant un risque plus élevé ou pour des considérations financières. Il a une habileté plus grande à les exécuter ce qui limite le risque d'exposition des apprenants.

#### 4.4.3 Équipements de protection

Différents équipements de protection (ÉP) ont été colligés dans la BD en fonction des substances contenues dans les produits utilisés. L'information relative aux substances sensibilisantes ou irritantes a été retenue afin de valider l'utilisation d'équipements de protection et pour répondre au deuxième objectif de l'étude. Le résultat d'extraction de la BD est inscrit dans les tableaux de l'annexe 3.

Certains apprenants portent des ÉP, notamment des gants en coton ou des équipements de protection respiratoire, des masques chirurgicaux. En plâtrage, peu d'apprenants portent une lunette de protection à l'étape du sablage, notamment. Au cours des observations, un apprenant a reçu un mélange de ciment et d'acrylique dans un œil. Il ressentait une douleur inconfortable. Aucune douche oculaire n'était située à proximité.

Selon les sources d'information consultées, les recommandations sont fréquemment le port d'un APR demi-pièce filtrante N 95 et de gants en nitrile ou autres, selon les substances. Selon les concentrations, il serait préférable d'utiliser un demi-masque à cartouches filtrantes pour vapeurs organiques. Ces équipements n'excluent pas le port recommandé d'autres équipements obligatoires, tels les bottes, le casque et les lunettes de sécurité avec protecteurs latéraux, etc.

---

<sup>17</sup> Compte tenu du carburant (propane), les émissions de monoxyde de carbone (CO) devront être vérifiées lors des jours plus froids.

## 5. DISCUSSION

Cette étude vise à caractériser l'utilisation de produits à base de substances sensibilisantes ou irritantes pour les voies respiratoires et pour la peau (annexe 2) au cours de l'enseignement de trois métiers de la construction. Les substances ayant d'autres effets sur la santé ou présentant d'autres risques chimiques<sup>18</sup> n'ont pas fait l'objet de la collecte d'informations.

Lors d'une rencontre préliminaire à l'étude, des enseignants avaient fait mention de la diversité des produits utilisés et des techniques enseignées. Le défi était de bâtir un outil pouvant traiter toutes les informations à colliger et de qualifier le risque d'exposition des apprenants aux substances ciblées, sans avoir recours aux méthodes courantes de prélèvements utilisées en hygiène du travail (instruments à lecture directe et prélèvement sur milieux collecteurs).

### 5.1 Approche utilisée

L'approche utilisée dans la présente étude est basée sur le modèle de prédiction des intervalles de concentrations d'exposition décrit par Maidment. La réalité du milieu d'enseignement, caractérisée par un très grand nombre de produits utilisés de façon sporadique en quantité variable, justifiait l'application de cette approche. Enfin, les intervalles correspondant à la stratégie de Maidment ayant le plus faible niveau de maîtrise ont été retenus. Selon Jones, ces intervalles surestiment fréquemment l'exposition (10). Le modèle de prédiction utilisé pour la BD et adapté aux objectifs de l'étude comporte des limites discutées à la section 6.1.

Pour les fins de l'étude, l'intervalle des concentrations est déterminé à partir des maxima (pourcentage maximal des substances composant les produits, des durées et des fréquences maximales d'utilisation) afin que le risque estimé des apprenants au cours de l'utilisation de ces produits corresponde à une situation de pire scénario et puisse ainsi souligner des situations plus à risque.

Le risque d'exposition à certaines substances a été estimé par jugement professionnel suite aux observations lors de l'exécution des étapes impliquées. D'autres, telles le quartz et la poussière respirable générée au cours de l'étape *sabler la pâte à joint* (module 9 en plâtrage), ont fait l'objet d'une évaluation environnementale, dont la méthodologie est décrite à la section 3c. Le quartz a une VEA basse et une notation de poussière respirable est inscrite dans le RSST. Selon le modèle de prédiction appliqué dans la BD, l'estimation s'applique à la poussière totale (5). Lors de la première visite de l'atelier de plâtrage, un *nuage de poussières observables demeurant en suspension plusieurs minutes* (tableau 3) avaient été remarqué. Enfin, cette étape est peu documentée dans la littérature scientifique. Tous les modules d'apprentissage en atelier ont fait l'objet d'observation.

---

<sup>18</sup> L'exposition à des substances ayant des effets cancérigènes ou à des produits inflammables n'a pas été traitée dans cette étude.

## 5.2 Population

Afin de répondre au premier objectif de l'étude, le risque chimique ciblé est relatif à l'effet sensibilisant ou irritant des substances pouvant induire ou exacerber de l'asthme. Les apprenants sont en contact avec des poussières, des vapeurs ou des gaz émis lors de l'utilisation de produits ou générés suite à une transformation mécanique, thermique ou autre au cours d'une étape. Certaines substances sont considérées dans cette activité, car elles ont un effet d'irritation mécanique à de hautes concentrations ou lors d'expositions répétées ou prolongées <sup>19</sup>.

Les apprenants en charpenterie/menuiserie sont en contact avec deux SVR, qui sont également classifiées SP, le diisocyanate-4,4' de diphénylméthane (MDI) <sup>20</sup>, composants dans une proportion de 0,1-1 % du scellant utilisé à l'étape appliquer un scellant pour portes et fenêtres, et la résine d'urée-formaldéhyde <sup>21</sup>, composant dans une proportion de 7-10 % dans la colle entrant dans la fabrication du MDF et du bois pressé utilisés à l'étape *scier mécaniquement du bois*. Ceux en plomberie/chauffage sont en contact avec deux SVR, le chlorure de zinc <sup>22</sup>, composant dans une proportion de 40-50 % du décapant utilisé à l'étape *sabler et appliquer le décapant* (brasage sur cuivre), et au perchloroéthylène <sup>23</sup>, composant dans une proportion de 10-30 % dans le Jig-A-Loo, lubrifiant utilisé à l'étape *démonter la fournaise*. Ils sont également en contact avec trois SP, le cyclohexanone, le méthyl éthyl cétone et le perchloroéthylène. Ceux en plâtrage sont en contact avec de l'éthylène glycol et du propylène glycol, ceux en charpenterie/menuiserie avec du MDI, de l'éthylène glycol et de la résine d'urée-formaldéhyde.

Les autres substances, avec lesquelles les apprenants de ces trois métiers sont en contact, sont classifiées comme «irritant» pour les voies respiratoires par l'une ou l'autre des références consultées. Cette classification fait référence à une concentration élevée, à la fréquence et à la durée d'utilisation.

## 5.3 Estimation du risque d'exposition

Les produits sont utilisés à plusieurs reprises, en faible quantité sur l'ensemble des heures d'apprentissage en atelier. Les informations saisies dans la BD permettent d'estimer l'intervalle des concentrations des substances contenues dans les produits et faisant l'objet d'une VEA dans le RSST.

La présente section est divisée en deux et traitée par métier : le risque estimé par la BD (données colligées au tableau 9) et celui par jugement professionnel (données colligées au tableau 10). Le risque relatif aux SP ou IP n'a pas été estimé. Débutons avec les données par métier du tableau 9. Les estimations du risque d'exposition à une substance sont soulignées dans le texte.

---

<sup>19</sup> Selon les informations verbales obtenues d'une personne travaillant au REPTOX.

<sup>20</sup> Reconnu comme sensibilisant dans le RSST.

<sup>21</sup> Reconnu comme sensibilisant par Bernstein et al.

<sup>22</sup> Reconnu comme sensibilisant par Bernstein et al.

<sup>23</sup> Reconnu comme sensibilisant par REPTOX.

### 5.3.1 Risque estimé par la base de données

#### 5.3.1.1 Charpenterie/menuiserie

Les apprenants en charpenterie/menuiserie sont en contact avec des substances pour une durée maximale inférieure à deux heures sur l'ensemble des modules, avec un rapport approximatif des durées d'utilisation de 3 %, mais le risque d'exposition est parfois estimé très élevé. C'est le cas du diisocyanate-4,4' de diphénylméthane (MDI), du n-hexane et du toluène. Le MDI (SVR et SP) est un composant (0,1 à 1 %) d'un scellant commercial pour ouvertures, fabriqué par Mulco. De plus, le MDI a un point d'ébullition de 314 °C. Sa volatilité est estimée comme étant faible (tableau 4). Compte tenu que la quantité maximale est faible (< 1L), l'intervalle estimé correspond à < 5 ppm (tableau 6). Or, cette concentration maximale ainsi estimée est **1000 fois** supérieure à la VEA du MDI (0,005 ppm). À titre d'exemple d'exposition, Lesage et al. (11) décrivent que l'exposition des opérateurs de pulvérisation de mousse en polyuréthane est supérieure à 0,007 ppm. Or, l'étape *appliquer un scellant* n'est pas un procédé par pulvérisation, n'utilise pas des quantités équivalentes à celles utilisées dans ce procédé et est de courte durée, nettement inférieure à ce procédé. Il est donc évident que le risque d'exposition au MDI dans cette étape est surestimé principalement à cause de sa faible VEA et de la limite du modèle de prédiction (Voir 6.1). Cette étape est effectuée à l'extérieur venant limiter l'exposition potentielle. L'hexane normal est présent avec un maximum de 0,8 % dans la colle Super 77 en aérosol (*coller le stratifié*). Le toluène est présent à un maximum de 5 % dans la teinture alkyde de Sico (*appliquer la teinture*) et à 10 % dans le bois plastique (*plastic wood*) fabriqué par Lepage (*remplir les fissures*). Le risque d'exposition est estimé très élevé à cause de la volatilité de ces substances.

Le risque d'exposition au solvant stoddard est estimé élevé. Cette substance est présente à un maximum de 60 % dans la teinture alkyde de Sico (*appliquer le scellant*) et à 40 % dans le ciment plastique utilisé pour sceller les toitures (*appliquer la teinture*). Sa durée d'utilisation maximale est faible par rapport à la durée totale des modules dans lesquels ces produits sont utilisés.

Les étapes estimées plus à risque pour ce métier sont *appliquer la teinture, le scellant, coller le stratifié et remplir les fissures* dans le bois. La durée de chacune de ces étapes (DU) est très courte, particulièrement au regard de la durée du module où elles sont exécutées (< 1 à 2 %). À l'exception de l'étape *appliquer la teinture*, il y a une très petite quantité utilisée (Qté max sub). Plusieurs substances, sauf le MDI, sont considérées par l'une ou l'autre des références consultées comme des irritants pour les voies respiratoires à de hautes concentrations (10 fois la VEMP) ou lors d'expositions répétées ou prolongées <sup>24</sup>.

#### 5.3.1.2 Plâtrage

Les apprenants en plâtrage sont en contact avec certaines substances pour une durée variant d'une heure à plus de 20 heures sur l'ensemble des modules. La durée de chacune de ces étapes (DU) est courte, particulièrement au regard de la durée du module au cours duquel elles sont exécutées (2 à 9 %). Au moment de l'utilisation, le risque d'exposition à plusieurs substances est

<sup>24</sup> Selon les informations verbales obtenues d'une personne travaillant au REPTOX.

estimé faible ou très faible. Seul celui pour l'oxyde de calcium (IVR) est estimé élevé. Cette substance est présente dans le ciment Portland et dans le ciment à maçonnerie. La proportion maximale de cette substance (% sub) dans le ciment Portland est de 5 % et dans le ciment à maçonnerie de 1 %. Ces produits sont utilisés à l'étape *préparer les mélanges* d'acrylique (module 11) et de crépi de béton (module 8). La grande quantité utilisée (Qté max sub) dans la préparation de ces mélanges est un facteur majeur à l'estimation du risque. Selon le REPTOX, cette substance peut causer des irritations suite à un contact répété ou prolongé.

Donc, l'étape estimée plus à risque pour ce métier est *préparer le mélange* pour le crépi de béton, pour le nivelage et la finition de l'acrylique. Une grande quantité de produit est utilisée au cours de celles-ci.

### 5.3.1.3 Plomberie/chauffage

Les apprenants en plomberie/chauffage sont en contact avec l'ensemble des substances contenues dans les produits utilisés pour une durée maximale d'environ deux heures sur l'ensemble des modules, avec un rapport approximatif des durées de 1 %. Le risque d'exposition est estimé comme pouvant être très élevé pour trois substances, le chlorure de méthylène (IVR et IP), le perchloroéthylène (SVR, IVR, SP et IP) et le méthyl éthyl cétone (IVR, SP et IP) et élevé pour deux autres substances, le tétrahydrofurane (IVR et IP) et le solvant stoddard (IVR et IP). Selon le RSST, l'exposition au chlorure de méthylène doit être réduite au minimum (5). Le chlorure de méthylène et le perchloroéthylène sont des composants dans des proportions maximales de 60 % et de 30 % respectivement du Jig-A-Loo. Ces produits à usage domestique sont utilisés en faible quantité de façon sporadique au module 24 à l'étape *démonter la fournaise*. Le méthyl éthyl cétone est contenu à 80 % dans le ciment ABS jaune premium et à 40 % dans le ciment tout usage, tous deux fabriqués par Oatey. Le tétrahydrofurane est contenu à 45 % dans le ciment tout usage fabriqué par Oatey. Ces ciments sont utilisés, entre autres, dans les modules 3, 6, 7, 13 et 15 pour le collage des tuyaux en ABS et en PVC. Le solvant stoddard est un composant du WD-40 à 70 % utilisé au module 24.

Donc, les étapes estimées plus à risque pour ce métier sont *démonter la fournaise* avec l'utilisation de Jig-A-Loo ou du WD-40 et *coller le tuyau*. La durée de la première étape (DU) est très courte particulièrement au regard de la durée du module où elles sont exécutées (environ 0,3 h sur 40 h, < 1 %). Il faut mentionner que les solvants organiques faisant partie de la composition de ces produits commerciaux sont majoritairement des agents irritants dont leur effet irritatif est associé à hautes concentrations (10 fois la VEMP) ou lors d'expositions répétées ou prolongées <sup>25</sup>.

En conclusion de cette sous section, les durées d'utilisation des produits commerciaux sont relativement courtes, particulièrement au regard des durées totales des modules d'apprentissage en atelier et ce, pour les trois métiers. D'après le modèle de prédiction décrit par Maidment, le risque d'exposition est estimé de très faible à moyen pour plusieurs sensibilisants ou irritants présents dans ce milieu d'enseignement et ce, pour les trois métiers de la construction ciblés. De plus, les apprenants ne sont pas en contact avec ces substances sur une période continue de 8 heures par jour. Enfin, ***le risque d'exposition plus ou moins élevé des apprenants est fonction***

<sup>25</sup> Selon les informations verbales obtenues d'une personne travaillant au REPTOX.

*de l'utilisation intermittente des produits au cours de la tâche. Cette dernière peut s'étaler sur plusieurs jours, et se répéter au cours d'un ou plusieurs module(s).*

### 5.3.2 Risque estimé par jugement professionnel

Enchaînons avec les données par métier inscrites au tableau 10. Ces substances sont présentes dans le milieu suite à une transformation mécanique, thermique ou autre au cours d'une étape.

#### 5.3.2.1 Charpenterie/menuiserie

En charpenterie/menuiserie, les substances sont générées suite à une action mécanique, telle le coupage, le sciage, le sablage et l'aiguisage d'outils. Le risque d'exposition des apprenants est généralement estimé de très faible à moyenne, sauf pour une substance. Le risque d'exposition à la poussière de bois générée au cours du module 19 est estimé élevé. Ces apprenants sont en contact avec des substances pour une durée totale inférieure à deux heures jusqu'à près de 10 heures avec un rapport des durées d'utilisation et celle des modules variant de 1 % à 8 %. La durée d'utilisation est donc relativement courte, car elle est étalée sur l'ensemble de la durée du module.

Les étapes impliquant du MDF et du bois pressé mettent les apprenants en contact avec des poussières de bois et d'autres substances, telles la résine d'urée-formaldéhyde <sup>26</sup> sur de courtes durées. Celles impliquant du OSB exposent les apprenants à la résine phénol-formaldéhyde. Le risque d'exposition est estimé très faible, car ces substances sont des composants des colles (10 % de résine urée-formaldéhyde et 3 % de résine de phénol-formaldéhyde) entrant dans la fabrication de ces matériaux. Une section de l'atelier de charpenterie/menuiserie est montrée à la figure 4.



**Figure 4 : Atelier charpenterie/menuiserie**

<sup>26</sup> Reconnu sensibilisant par Bernstein et al.

Pour la poussière de bois au module 19, Escaliers, le rapport des durées d'utilisation et celle du module est de 8 % alors que pour l'ensemble des autres modules, ce rapport est moindre, environ 2 %. Le risque d'exposition à cette substance au cours de ce module a été estimé élevé en tenant compte de l'exiguïté du local, la ventilation naturelle et du nombre d'apprenants ( $\pm 15$  apprenants) exécutant simultanément les mêmes étapes.

L'étape *sabler la pâte à joint* est exécutée au module 17. Certaines substances présentes dans la poussière de la pâte à joint ainsi générée ont un effet d'irritant mécanique. L'objectif de ce module est d'apprendre à exécuter les travaux de base et non d'effectuer un travail de finition, tel qu'effectué par les apprenants en plâtrage. De ce fait, la durée d'utilisation (DU) est plus courte.

Les étapes estimées plus à risque pour ce métier sont *scier et sabler mécaniquement le bois* dans le module 19. Le risque d'exposition des apprenants à des poussières de bois est plus fort, principalement dû à l'exiguïté de l'atelier et la ventilation. Ces poussières de bois sont considérées comme des irritants mécaniques pour les voies respiratoires. Aucun bois reconnu sensibilisant n'est présent dans les matériaux utilisés. Il s'agit principalement d'épinette et de merisier.

### 5.3.2.2 Plâtrage

Les apprenants en plâtrage sont en contact avec des substances sur de très courtes durées qui sont générées suite à une action mécanique, telle le sablage et le coupage de gypse. Le risque d'exposition varie de très faible à élevé. Les substances dont le risque est estimé élevé sont des composants de la pâte à joint mis en suspension lors de l'étape du *sabler la pâte à joint* aux modules 9 et 12. Il s'agit du calcaire (de 60 à 90 %), du kaolin (de 7 à 13 %) et du mica (de 7 à 13 %), qui ont un effet d'irritant mécanique pour les voies respiratoires (rapportés au tableau 10 sous l'expression poussière irritante). Le module 12 n'a pas fait l'objet d'une évaluation environnementale. Il s'agit de réparation structurale sur des surfaces plus petites.

L'étape *préparer le mélange ...* est répétée fréquemment au cours d'un ou de plusieurs modules. Pour illustrer cette fréquence, prenons le ciment Portland qui est ajouté dans les mélanges de base et de finition de plâtre (module 6), de crépi pour béton (module 8), de base en moulurage (module 10) et ceux de base et de nivelage d'acrylique (module 11). Cet ajout de ciment Portland, illustrée à la figure 5, pour les mélanges du module acrylique est effectué à tour de rôle réduisant la durée individuelle d'utilisation. La durée maximale d'utilisation des ciments contenant du quartz est inférieure à 30 heures pour un apprentissage s'étalant sur 380 heures, donc un rapport des durées inférieur à 8 %. Les mélanges utilisés aux modules 8 et 11 nécessitent une très grande quantité de ciment à maçonnerie et de ciment Portland. Le risque d'exposition au quartz au cours de ces étapes a par conséquent été estimé élevé.



**Figure 5 : Préparation de mélange de base acrylique**

D'après les données du tableau 10, les étapes estimées plus à risque pour ce métier sont *sabler la pâte à joint et préparer le mélange*, car il y a génération de poussières ayant un effet irritant mécanique. En ce qui a trait à la première étape, le risque d'exposition est principalement relié à la proportion des substances présentes dans la pâte à joint mises en circulation, Pour la deuxième, la proportion, la quantité utilisée et la durée d'utilisation (DU), environ 8 %, sont des facteurs retenus pour l'estimation du risque.

### 5.3.2.3 Plomberie/chauffage

Les apprenants en plomberie/chauffage sont mis en contact avec des substances générées suite à une réaction thermique se produisant principalement au cours du brasage, du soudage et du filetage. La durée maximale d'utilisation (DU) varie d'une heure à environ 10 heures. Le risque d'exposition est estimé de faible à élevé. Celui au chlorure de zinc, substance considérée comme étant sensibilisante par Bernstein et al., est estimé élevé. Cette substance est contenue jusqu'à 50 % dans le décapant utilisé pour éviter l'oxydation des surfaces avant d'effectuer le brasage sur cuivre aux modules 3, 6, 7, 12, 13, 15 et 19.

Au cours du brasage sur cuivre, les apprenants peuvent utiliser des baguettes contenant de l'étain et du plomb (50 % - 50 %), pour des systèmes autres que pour l'alimentation en eau potable ou des baguettes contenant de l'étain et de l'antimoine (95 % - 5 %). Le chauffage du tuyau avant l'application de la baguette allonge l'exécution de l'étape. La durée maximale, incluant ce chauffage, est inférieure à une heure pour une durée d'apprentissage totale en atelier de 280 heures. Les enseignants diffusent aux apprenants l'information relative à la toxicité du plomb et le rapport efficacité/coût pour ce type de baguettes. L'enseignement de cette technique utilisant les baguettes contenant du plomb est réduit au minimum. La VEA du plomb s'appuie principalement sur sa toxicité systémique et non sur l'effet irritatif.

Le risque d'exposition à d'autres substances, telles le dioxyde d'azote et l'ozone, a été estimé élevé pour la tâche soudage. Un des ateliers de soudure de l'institution d'enseignement est illustré à la figure 6.



**Figure 6 : Atelier de soudure**

D'après les données du tableau 10, les tâches estimées plus à risque pour ce métier sont le *brasage sur cuivre* et le *soudage*. Elles représentent environ 2 à 6 % de la durée d'apprentissage en atelier.

En conclusion, les durées d'utilisation des produits commerciaux sont relativement courtes, particulièrement au regard des durées totales des modules d'apprentissage en atelier et ce, pour les trois métiers. D'après le modèle de prédiction décrit par Maidment, le risque d'exposition est estimé de très faible à moyen pour plusieurs sensibilisants ou irritants générés en cours d'exécution des modules de ces trois métiers de la construction ciblés. De plus, les apprenants ne sont pas en contact avec ces substances sur une période continue de 8 heures par jour. Enfin, *le risque d'exposition plus ou moins élevé des apprenants est fonction de l'utilisation intermittente des produits au cours de la tâche. Cette dernière peut s'étaler sur plusieurs jours, et se répéter au cours d'un ou plusieurs module(s).*

#### **5.4 Évaluation environnementale**

L'intervalle des concentrations pour l'étape *sabler la pâte à joint* au module 9 en plâtrage n'a pas été estimé à partir de la quantité appliquée de pâte à joint (limite du modèle de prédiction). Des

prélèvements sur milieux collecteurs selon les méthodes de prélèvements couramment utilisées en hygiène du travail, ont été effectués au cours de cette étape.

Le sablage des joints (pâte à joint séchée) s'effectue fréquemment entre chacune des trois couches d'application de la pâte. La technique enseignée par l'enseignant du groupe évalué privilégie une application soignée de celle-ci nécessitant ainsi des durées plus courtes de sablage. Les jours 1 et 2 sont des jours consécutifs dans la même semaine. Les travaux exécutés le jour 2 sont, donc, une suite de ce qui n'a pas été réalisé la veille.

### **5.4.1 Poussière respirable**

Le sablage du plafond de l'enceinte s'effectue à l'aide d'un manche rallonge installé à la cale à poncer. Pour celui des murs, ce manche n'est pas nécessairement utilisé. L'étape *sabler la pâte à joint* et sa durée sont fonction de la dextérité de l'apprenti à appliquer la pâte à joint et à sabler. Cette aptitude individuelle peut expliquer les courtes durées de sablage et, par conséquent, de certains prélèvements.

Les résultats de PR représentent le niveau d'empoussièrement dans la ZR des apprenants et dans leur enceinte. Ils sont analysés au regard de la recommandation de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH<sup>®</sup>) (12), car le RSST mentionne des valeurs pour les poussières non classifiées autrement (PNCA), exprimées en poussières totales (PT), sans référence à une valeur en PR.

#### **5.4.1.1 Concentration en zone respiratoire des apprenants**

Le jour 1, les apprenants des enceintes 2C et 4C ont sablé respectivement 26 et 15 minutes pour un résultat respectif de 2,1 mg/m<sup>3</sup> et 2,8 mg/m<sup>3</sup> en PR. Tous les deux ont une expérience de ce type de travail et suivent cette formation pour se perfectionner. À l'opposé, l'apprenti de l'enceinte 3A, ayant une moins grande expérience dans ce type de travail, a sablé par intermittence pendant 72 minutes pour un résultat de 4,9 mg/m<sup>3</sup> en PR et celui de l'enceinte 3B pendant 16 minutes pour un résultat de 6,5 mg/m<sup>3</sup>. Les résultats en PR pour ces derniers sont supérieurs à la recommandation de ACGIH<sup>®</sup> (12) de 3 mg/m<sup>3</sup> de PR. L'apprenti de l'enceinte 3B a procédé au sablage du plafond, ce qui peut expliquer partiellement ce résultat. De plus, leurs enceintes sont adossées l'une à l'autre avec une ouverture commune dans leur partie arrière. La poussière générée dans l'enceinte 3A a pu avoir contribué à la quantité de poussières prélevées dans la ZR de l'apprenti de l'enceinte 3B pour qui l'étape a été de plus courte durée.

Le sablage exécuté le jour 2 correspondait à la phase finale avant l'application de la peinture. Il devait être fin sans produire de marques pouvant être désagréables au regard après l'application de la peinture. Les résultats pour les apprenants des enceintes 1A et 4A sont respectivement de 4,4 mg/m<sup>3</sup> et 14 mg/m<sup>3</sup>; ils sont supérieurs à la recommandation de l'ACGIH<sup>®</sup>. Certaines hypothèses peuvent expliquer, entre autres, le sablage des parties supérieures de leur enceinte, leur dextérité à exécuter cette étape, la technique utilisée et un plus grand besoin de sablage. Ces apprenants n'avaient pas exécuté cette étape le jour précédent, jour 1.

Pour le jour 3, les durées de prélèvement sont plus longues qu'au cours des jours 1 et 2. Comme il est mentionné précédemment, le sablage au cours du jour 3 s'effectue sur une surface plane verticale à l'extérieur des enceintes, donc dans un environnement plus spacieux que une enceinte. Les résultats analytiques sont tous inférieurs à la recommandation de l'ACGIH<sup>®</sup>. La surface à sabler (mur vs plafond) et l'environnement plus spacieux sont probablement des éléments explicatifs à ces résultats.

#### 5.4.1.2 Concentrations en poste fixe

En parallèle aux prélèvements en zone respiratoire (ZR) des apprenants, un poste fixe était installé au centre de l'enceinte. La moyenne de ces derniers prélèvements en air ambiant est  $1,3 \text{ mg/m}^3 \pm 0,8 \text{ mg/m}^3$  pour le jour 1. Un seul de ces résultats est légèrement supérieur à celui obtenu en ZR de l'apprenant œuvrant dans la même enceinte. Sa technique de travail utilisée et la distance entre l'apprenant et la surface à sabler peut fournir des explications sommaires de la différence entre ces résultats. Le résultat dans l'enceinte 2C, qui est beaucoup plus faible que celui en ZR de l'apprenti, s'explique par le fait que le prélèvement en poste fixe comprenait une période se prolongeant après le sablage, correspondant à la dispersion du nuage de poussières dans l'enceinte. L'ouverture commune latérale à deux enceintes similaires est observable sur la figure 7 à partir de l'ouverture de la porte d'accès d'une autre. Il est également possible d'observer l'ouverture dans la partie arrière d'une autre enceinte mitoyenne.



**Ouverture dans la partie arrière d'une enceinte à partir d'une ouverture latérale d'une autre enceinte mitoyenne**

**Figure 7 : Intérieur d'une enceinte de l'atelier de plâtrage**

Pour le jour 2, la concentration moyenne en poste fixe est de  $1,3 \text{ mg/m}^3 \pm 0,9 \text{ mg/m}^3$ . Cette moyenne est identique à celle obtenue le jour 1. Tous leurs résultats sont inférieurs à ceux obtenus en ZR de l'apprenti œuvrant dans l'enceinte correspondante. La concentration moyenne

obtenue le jour 3, jour de l'examen final du module 9, est  $1,1 \text{ mg/m}^3 \pm 0,2 \text{ mg/m}^3$ . Cette légère différence non significative peut être expliquée par l'environnement plus spacieux permettant une diffusion des fines poussières dans un plus grand espace.

Les résultats en ZR (carrés verts) et ceux en poste fixe (losanges bleus) sont représentés graphiquement à la figure 8. La ligne pointillée en rouge de cette figure représente la recommandation de l'ACGIH<sup>®</sup> de  $3 \text{ mg/m}^3$  de PR. Les résultats en poste fixe sont majoritairement plus bas que ceux des apprenants. Cette différence peut s'expliquer par la proximité de l'apprenti par rapport à la surface de sablage, sa dextérité et l'emplacement des surfaces à sabler (plafond au-dessus de la tête de l'apprenti, partie supérieure d'un mur ou partie inférieure).

### Résultats des postes fixes - en ZR apprenis - ACGIH

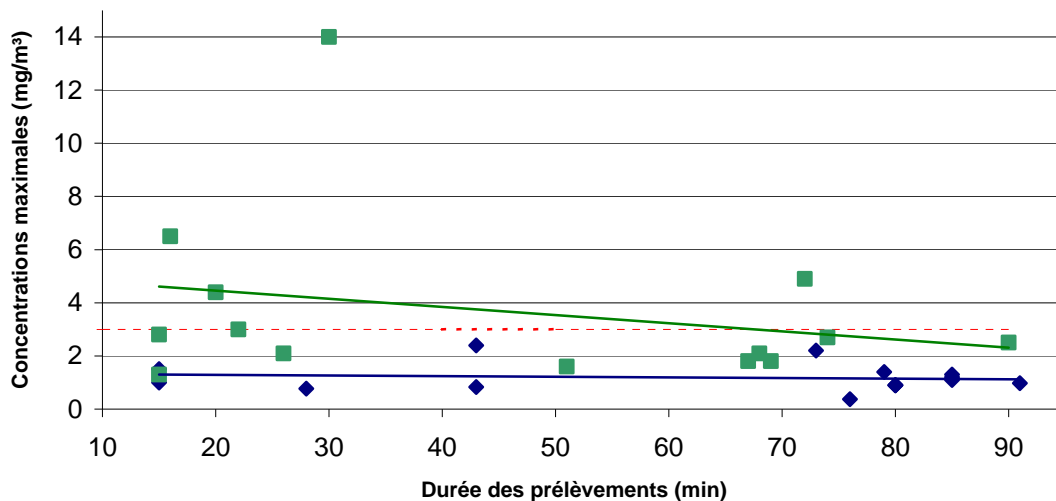


Figure 8 : Comparaison des résultats de poussières respirables

#### 5.4.2 Silice cristalline (quartz)

La majorité des résultats obtenus selon la méthode 206-2 de l'IRSST sont rapportés «trace», donc la présence de quartz est non confirmée au regard de la note inscrite sur le rapport d'analyse. Cependant, il y a deux résultats rapportés supérieurs à la VEA québécoise de  $0,1 \text{ mg/m}^3$  le jour 1 dans l'enceinte 3A et le jour 2 dans l'enceinte 4A (voir tableau 11). Le rapport signale la présence d'une interférence (sulfate de calcium) au plan principal de diffraction du quartz surestimant le résultat. Au regard du petit volume de prélèvement (50 L et 120 L), du poids de poussières sur le filtre, de la limite de quantification et du rapport non significatif entre les plans principal et secondaire du quartz, le résultat rapporté pour ces prélèvements n'est pas retenu. Le sulfate de calcium est un des composants majeurs de la pâte à joint d'après la caractérisation minéralogique effectuée par le service des laboratoires de

l'IRSST. Le risque d'exposition au quartz pour l'étape du sablage des joints du module 9 en plâtrage est estimé très faible.

### 5.4.3 Empoussièremement de l'atelier de plâtrage

L'empoussièremement dans l'atelier de plâtrage a été quantifié à l'aide d'un ILD. La concentration moyenne par jour, exprimée en poussières totales, mesurée est respectivement de 5,1 mg/m<sup>3</sup>, 3,7 mg/m<sup>3</sup> et 6,9 mg/m<sup>3</sup>, la médiane 3,5 mg/m<sup>3</sup>, 2,9 mg/m<sup>3</sup> et 6,4 mg/m<sup>3</sup>. Ces lectures ne sont pas des valeurs absolues compte tenu que le moniteur n'a pas été étalonné avec de la poussière de pâte à joint (voir section 3c). Elles indiquent un empoussièremement de l'atelier.

Les jours 1 et 2, les apprenants sablaient de façon sporadique et intermittente, selon le niveau d'avancement de leurs travaux. Pour le jour 3, l'empoussièremement est supérieur, car les apprenants sont tous ( $\pm 15$  apprenants) à la phase finale de l'étape *sabler la pâte à joint* avant que l'enseignant évalue leur travail (résultat de l'examen final du module 9). Le sablage est plus continu et un plus grand nombre d'apprenants sablent simultanément au cours de cette période de prélèvements.

Le poste fixe avec l'ILD est situé à l'extérieur des enceintes face à l'enceinte 5B et le sablage, au cours du jour 3, s'effectuait sur les surfaces extérieures. Donc, en plus du nombre d'apprenants sablant simultanément, la proximité de ce poste, pour la majorité d'entre eux, peut expliquer le niveau d'empoussièremement supérieur en comparaison aux deux autres jours. Des surfaces similaires à celles sablées lors de l'examen du jour 3 sont illustrées à la figure 9.



**Figure 9 : Surfaces extérieures des enceintes de l'atelier de plâtrage**

En conclusion, les apprenants de ces trois métiers sont en contact avec plusieurs substances qui ont de façon générale un effet sensibilisant ou irritant des voies respiratoires. Enfin, *le risque estimé d'exposition plus ou moins élevé des apprenants est intermittent au cours de la tâche, qui peut s'étaler sur plusieurs jours, et peut se répéter au cours d'un ou plusieurs module(s).*

## 5.5 Maîtrise du risque

Les facteurs de risque chimique dans ce milieu d'enseignement sont, selon les enseignants, différents de ceux sur un chantier de construction, incluant la rénovation.

### 5.5.1 Ventilation

Les ateliers de cette institution d'enseignement ayant fait l'objet de cette documentation sont équipés de système mécanique de ventilation générale et, pour certains, de ventilateurs d'extraction. Les apprenants et leur enseignant ouvrent régulièrement les fenêtres afin de réduire la contamination des ateliers et, par le fait même, le risque d'exposition. Dans l'atelier pour le module des escaliers en charpenterie/menuiserie, les fenêtres sont régulièrement ouvertes. Ce local est étroit et plusieurs apprenants y exécutent des étapes générant des poussières de bois. Enfin, les fenêtres de l'atelier de plâtrage étaient ouvertes les jours de prélèvements et les jours d'observations pour d'autres modules se déroulant dans cet atelier ou à proximité de celui-ci. Des mesures d'ingénierie, telles une ventilation mécanique dans tous les ateliers particulièrement dans l'atelier escalier, serait un point à privilégier afin de réduire le risque d'exposition des apprenants et de leurs enseignants. L'efficacité de la ventilation n'a pas été évaluée; elle est estimée par observation de l'empoussièrement uniquement.

### 5.5.2 Substitution

Selon les enseignants rencontrés, il y aurait une différence entre les produits utilisés à l'école et ceux utilisés sur les chantiers. En général, ceux utilisés sur les chantiers contiennent plus de solvants ou ont une proportion plus grande de ces derniers, afin que la période de séchage, notamment pour les colles, soit plus courte et permette ainsi d'accélérer l'exécution des travaux subséquents.

Plusieurs produits ont déjà été substitués par d'autres contenant une moins grande proportion de solvants organiques ou d'autres solvants moins toxiques. Selon l'expertise des enseignants, la notion de maîtrise du risque est discutée dans la partie magistrale des modules d'apprentissage en atelier. À titre d'exemple, mentionnons les différents scellants pour les fenêtres et les portes, utilisés en charpenterie/menuiserie. Les enseignants mentionnent aux apprenants le niveau d'efficacité versus la toxicité de certains produits. Enfin, une information similaire est également diffusée aux apprenants en plomberie/chauffage au regard de l'efficacité des différentes baguettes utilisées pour le brasage sur cuivre et de la toxicité du plomb. En effet, bien que moins coûteuses, il faut une plus grande quantité de baguettes contenant du plomb et de l'étain pour un résultat équivalent avec celles contenant de l'étain et de l'antimoine.

Une nouvelle pâte à joint est présentement à l'essai dans le département de plâtrage. Elle devrait produire une poussière dite «moins volatile» qui coule le long du mur à sabler et qui se diffuse moins abondamment dans toute la pièce.

### 5.5.3 Équipements de protection

Au cours des observations, certains apprenants portaient des équipements de protection (ÉP). Les facteurs qui encourageaient le port de ceux-ci, sont notamment les produits utilisés et la présence ou non de système d'aspiration. Cependant, suite à l'étude de la composition chimique des produits utilisés, des recommandations sont nécessaires. Elles permettront de favoriser une meilleure protection des apprenants tant au cours de leur formation professionnelle que dans leur carrière sur les chantiers de construction. Au niveau de la protection respiratoire, les apprenants portaient régulièrement un masque chirurgical lors des étapes où il y avait des émissions élevées de poussières. Ce masque n'est pas un **appareil de protection respiratoire** (APR) et ne peut les protéger adéquatement. Pour corriger cette situation, il faut favoriser le port d'un APR demi-pièce N95, recommandé, notamment, dans le *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec* (9, 13), publié par l'IRSST. L'utilisation d'équipement de protection respiratoire doit toujours prévoir l'implantation et le maintien d'un programme conforme à la réglementation en vigueur au Québec. Ce programme doit comprendre, entre autres, les essais d'ajustement individuel et la formation des utilisateurs.

Les apprenants en charpenterie/menuiserie et en plomberie/chauffage sont en contact avec des substances ayant une notation Pc dans le RSST. Cette notation indique une contribution potentiellement significative par la voie cutanée à l'exposition globale. Ces substances auxquelles les apprenants en charpenterie/menuiserie sont exposés sont l'hexane normal, le toluène et le xylène. Elles entrent dans la composition des teintures ou des colles. En ce qui a trait aux apprenants en plomberie/chauffage, ils sont en contact avec le butoxy-2 éthanol et le cyclohexanone, composants de scellants ou de colles. Il serait préférable qu'ils portent des gants de polyéthylène/éthylène vinyle alcool laminé (PE/EVAL) ou de nitrile selon la substance lors de l'exécution de ces étapes. La majorité d'entre eux ne porte aucune protection pour les mains.

Enfin, des recommandations relatives à la protection cutanée, lors de la réalisation de certaines étapes, sont énumérées aux tableaux de l'annexe 3. Le choix de ces équipements tient compte de leur résistance aux substances susceptibles d'être en contact avec la peau, de l'effet sensibilisant ou irritant et de la durée d'utilisation des produits contenant ces substances. Ces recommandations sont générales et ne couvrent pas de façon spécifique la protection pour les mélanges de substances. De plus, il est important de valider auprès du fabricant d'équipements de protection le type d'équipements et leur efficacité pour une protection adéquate. Ces équipements de protection sont sélectionnés sur la base des substances et non sur le produit commercial.

En général, un souci pour réduire la contamination des ateliers est observé, notamment l'ouverture des fenêtres et des portes, l'utilisation de ventilateurs d'extraction, la substitution des produits par d'autres avec une plus faible proportion de substances toxiques, voire sans celles-ci. Toutefois, l'implantation de mesures d'ingénierie réduirait la contamination des locaux, particulièrement celui pour le module escalier. D'après les observations des auteurs, il apparaît important de renforcer l'information transmise aux apprenants quant aux choix et à l'utilisation des ÉP ainsi qu'à l'importance du port de ceux-ci.

## 6. LIMITES

### 6.1 Modèle utilisé pour l'estimation de l'intervalle des concentrations et du risque

Le modèle utilisé pour estimer l'intervalle des concentrations, inspiré de celui de Maidment, et du risque d'exposition aux substances ciblées comporte certaines limites. Premièrement, ce modèle ne prend pas en considération la durée de l'exposition. Il prédit des intervalles de concentrations d'exposition équivalente à une VEA de 8 heures par jour (4). Bien que les apprenants ne soient pas en contact sur une période continue de 8 heures par jour à ces substances, le risque estimé permet de cibler le pire scénario advenant le cas où ils exécuteraient l'étape sur une période continue de 8 heures.

Deuxièmement, pour l'application du modèle, il faut déterminer des niveaux d'empoussièrement. Tel que rapporté par Tisher (14), ceux-ci sont attribués pour chacune des étapes où sont utilisés des solides selon une approche qualitative. Il s'agit de critères subjectifs (observation visuelle), contrairement à la volatilité pour les liquides qui utilise des critères objectifs (température d'ébullition). Donc, le niveau d'empoussièrement pour caractériser l'exposition potentielle à des solides dépend largement de l'interprétation et de la perception des individus appliquant le modèle de prédiction.

Troisièmement, le modèle permet d'estimer un intervalle des concentrations pour des substances dont l'état physique est liquide ou solide à la température du procédé lors de l'utilisation. Il n'est pas possible d'estimer un intervalle des concentrations avec ce modèle pour les étapes où il y a génération d'une substance sous une forme physique ou chimique différente de celles contenues ou dégagées normalement par le produit. Cette émission peut être produite par chauffage (fumées de soudage), réaction photochimique (ozone) ou dégradation thermique (gaz de soudage) ou mécanique (huile de coupe, poussières de sciage de bois).

Enfin, pour les substances à l'état solide dont la VEA est exprimée en fibre/cm<sup>3</sup> (attapulgite) ou en PR (silice cristalline, quartz), il n'a pas été possible de comparer la concentration maximale de l'intervalle obtenu qui est exprimé en mg/m<sup>3</sup> de poussières totales (4)<sup>27</sup>.

### 6.2 Étude

Les résultats de la présente étude s'appliquent à une seule institution dispensant l'enseignement et l'apprentissage pour ces trois métiers dans les conditions environnementales prévalant (ventilation, température, etc.) dans celle-ci. Au Québec, d'autres institutions offrent cet enseignement avec des contenus identiques. L'expertise des enseignants caractérise et enrichit leur enseignement rendant potentiellement la diffusion des notions de santé et de sécurité du travail inégale.

---

<sup>27</sup> Mentionnons que Maidment utilise dans cette publication la notion poussières totales inhalables (*Total inhalable dust*).

Dans la majorité de ces métiers, un seul groupe par module a été observé. En plâtrage pour le module 9, l'évaluation environnementale a été effectuée auprès d'apprenants d'un autre groupe que celui observé.

L'habileté, voire la dextérité des apprenants à exécuter la tâche, sont irrégulières. Certains ont un bagage d'expérience plus imposant que d'autres. Cette expertise accrue entraîne des disparités dans la rapidité à exécuter leurs travaux pouvant, potentiellement, conduire à réduire ou augmenter leurs durées d'utilisation d'un produit. En effet, les apprenants plus expérimentés exécutent parfois des travaux supplémentaires d'une complexité plus élevée que ceux prescrits dans le module. Ces travaux n'ont pas été traités dans ce sens.

Le modèle de prédiction décrit par Maidment surestime les concentrations. Les données saisies dans la BD représentent les valeurs maximales afin de correspondre au pire scénario. Le risque est surestimé, particulièrement au regard du fait que les apprenants ne sont pas exposés sur une période continue de 8 heures par jour.

L'estimation du risque pour les substances ayant une basse VEA, notamment les sensibilisants, tels le MDI, et celles à toxicité systémique, telles le plomb, est plus forte. Les concentrations maximales de ces substances obtenues à l'aide de la BD sont significativement supérieures à leur VEA et ce, malgré l'utilisation d'une très petite quantité sur de courte durée.

Finalement, l'étude se limite, dans son ensemble, à un milieu d'enseignement. Les apprenants touchent à l'ensemble des techniques utilisées sur un chantier de construction. Ils ne seront pas nécessairement appelés à exécuter l'ensemble de celles-ci au cours de leur vie professionnelle. Fréquemment, ils se spécialiseront dans une technique particulière. Mentionnons qu'il y aura, selon des enseignants, plus de 60 % des apprenants en plâtrage qui feront exclusivement du tirage de joints, moins de 20 % du moulurage et environ 10 % de l'acrylique. Toutefois, cette dernière technique semble être en plein essor et les besoins en main d'œuvre pourraient s'accroître à plus ou moins longue échéance.

## 7. CONCLUSION

En conclusion, les apprenants peuvent être exposés à quelques substances sensibilisantes ou plusieurs irritantes présentant un risque d'exposition plus ou moins élevés, selon l'étape. L'utilisation des produits est intermittente et peut s'étaler sur plusieurs jours. La réalisation des étapes observées dans le cadre de cette étude ne s'effectue pas sur une durée continue de huit heures par jour. De plus, elle peut se répéter au cours d'un ou de plusieurs module(s) d'apprentissage en atelier. Au regard du modèle de prédiction utilisé et des maxima saisis dans la BD, les intervalles des concentrations sont surestimés afin de représenter le pire scénario. Cette surestimation du risque est accentuée pour certaines substances ayant une basse VEA.

Il est recommandé de mettre en place des mesures d'ingénierie, de poursuivre la démarche de substitution des produits et d'élaborer un programme de protection respiratoire. Ce dernier permettrait de mettre en place une approche structurée visant le port des APR dans ce milieu d'apprentissage. Une approche similaire devrait être envisagée pour le port des autres équipements de protection, notamment ceux pour la protection de la peau. Un renforcement, auprès des apprenants, favorisant le port des équipements individuels devrait être assuré par la direction et les enseignants.

Les efforts des responsables et des enseignants de l'institution d'enseignement constituent des facteurs déterminants, notamment dans l'approche de la substitution de produits et de la diffusion d'informations pertinentes pour maîtriser des facteurs de risque. La réalité à laquelle les apprenants seront confrontés sur un chantier de construction sera probablement différente de celle qui prévaut dans ce milieu d'enseignement. Il est souhaité que l'enseignement diffusé pour les futurs travailleurs de la construction puisse les inciter à prendre les moyens appropriés pour se protéger.



## 8. RÉFÉRENCES

1. Balmes J, Becklake M, Blanc P, et al. American Thoracic Society Statement : Occupational Contribution to the Burden of Airway Disease. *Am J Resp Crit Care Med.* 2003;167:787-797.
2. Karjalainen A, Martikainen R. Incidence of asthma among finnish construction workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine.* 2002;44:752-757.
3. Bernstein IL, Chan-Yeung M, Malo J-L, Bernstein DI. *Asthma in the Workplace.* New York: Taylor&Francis; 2006.
4. Maidment S.C. Occupational Hygiene Considerations in the Development of a Structured Approach to Select Chemical Control Strategies. *Ann Occup Hyg.* 1998;42:391-400.
5. Commission de la santé et de la sécurité du travail. Règlement sur la santé et la sécurité du travail (S-2.1, r19-01). Québec: Éditeur officiel du Québec; 2001.
6. Kennedy SM, Chan-Yeung M, Teschke K, Karlen B. Change in Airway Responsiveness among Apprentices Exposed to Metalworking Fluids. *Am J Resp Crit Care Med.* 1999;159:87-93.
7. Moran JB. Chemical Exposures on a New Construction Site. *Appl Occup Env Hyg.* 1995;10:100-103.
8. Schneider S, Susie P. *Final Report An Investigation of Health Hazards on a New Construction Projet.* Washington, D.C.: The Center to Protect Workers'Rights; 1993.
9. Lara J, Vennes M. *Guide des appareils de protection respiratoire utilisés au Québec.* Guide technique IRSST, CSST; Montréal: 1998 620p.
10. Jones RM, Nicas M. Margins of Safety Provided by COSHH Essentials and the ILO Chemical Control Toolkit. *ANN OCCUP HYG.* 2006;50:149-156.
11. Lesage J, Stanley J, Karoly W, Lichtenberg FW. Airbone Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI) Concentrations Associated with the Application of Polyurethane Spray Foam in Residential Construction. *AIHAJ.* 2007;4:145-155.
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure. Cincinnati, Ohio: ACGIH Worldwide Signature publications; 2006.
13. Lara J, Vennes M. *Guide pratique de protection respiratoire.* Montréal: Guide technique R-319 IRSST, Montréal; 2002 56p.
14. Tischer M, Bredendiek-Kämper S, Poppek U. Evaluation of the HSE COSHH Essentials Exposure Predictive Model on the Basis of BAuA Field Studies and Existing Substances Exposure data. *Ann Occup Hyg.* 2003;47:557-569.



## **ANNEXES**



## Annexe 1 : Informations colligées dans la base de données selon le métier, le module, la tâche et l'étape

### Étapes par Métier

#### Charpenterie/menuiserie

##### Module 3 : Assemblage et outillage

Tâche : Construction d'un coffre à outils  
Étapes : Aiguiser les couteaux à bois  
Scier manuellement le bois  
Effectuer le rabotage manuel des pièces de bois  
Coller les morceaux de bois  
Sabler manuellement le bois  
Appliquer la teinture

##### Module 7 : Coffrage d'empatement, de murs de fondation et de murs de béton

Tâche : Construire un coffrage  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Assembler le coffrage

##### Module 8 : Coffrages de colonnes, de poutres, de dalles et d'escaliers

Tâche : Construire un coffrage  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Assembler le coffrage

##### Module 12 : Assemblages et équipements

Tâche : Sécurité et utilisation des outils  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Effectuer le rabotage mécanique des pièces de bois  
Coller les morceaux de bois  
Sabler manuellement le bois

##### Module 13 : Charpente de planchers et de murs

Tâche : Construction et installation de murs et plancher  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Assembler les pièces de bois

##### Module 14 : Toitures

Tâche : Fabrication des fermes de toit et finition de la toiture  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Assembler les fermes de toit  
Préparer l'installation du recouvrement de toiture  
Installer les bardeaux d'asphalte

##### Module 16 : Finition extérieure

Tâche : Préparation et installation de la finition extérieure  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Scier de la finition en vinyle  
Couper du verre  
Appliquer un scellant pour les portes et fenêtres

##### Module 17 : Finition intérieure

Tâche : Préparation et installation de la finition intérieure  
Étapes : Couper le gypse  
Installer les morceaux de gypse  
Remplir les gros trous avec la pâte à joint  
Appliquer la pâte à joint  
Sabler la pâte à joint  
Scier mécaniquement le bois

##### Module 18 : Ameublement et accessoires

Tâche : Fabrication d'un module de bas avec comptoir  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Machiner le bois  
Coller les morceaux de bois  
Scier mécaniquement le bois  
Remplir les fissures dans le bois  
Couper le stratifié  
Coller le stratifié

##### Module 19 : Escaliers

Tâche : Fabrication d'un escalier droit et un en angle  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Coller les morceaux de bois  
Sabler mécaniquement le bois

##### Module 21 : Démolition, rénovation et entretien

Tâche : Réalisation de divers travaux à l'intérieur de l'école  
Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Couper le gypse  
Installer les morceaux de gypse

**Étapes par Métier (suite)****Plâtrage****Module 6 : Crépi de plâtre**

Tâche : Préparation et installation du crépi de plâtre sur un mur

Étapes : Préparer le mélange de crépi de plâtre pour taquet et coins  
Installer les taquets, les moules et les coins de fer  
Préparer le mélange de crépi de plâtre  
Appliquer le crépi de plâtre

Tâche : Préparation et application du mélange de base de plâtre

Étapes : Préparer un mélange à base de plâtre  
Appliquer le mélange de base de plâtre

**Module 7 : Finition de plâtre**

Tâche : Préparation et application du mélange de finition de plâtre

Étapes : Préparer le mélange de finition de plâtre  
Appliquer le mélange de finition de plâtre

**Module 8 : Pose de crépi sur béton**

Tâche : Préparation et application de crépi sur le béton

Étapes : Préparer le mélange de crépi pour le béton  
Appliquer le crépi sur le béton

**Module 9 : Tirage de joints**

Tâche : Tirage de joint sur un mur

Étapes : Vérifier le gypse  
Remplir les gros trous avec la pâte à joint  
Poser les coins métalliques  
Appliquer la pâte à joint  
Sabler la pâte à joint

**Module 10 : Moulurage et pose d'éléments**

Tâche : Fabrication d'un gabarit

Étapes : Scier mécaniquement le bois  
Sabler manuellement le bois

Tâche : Fabrication in situ des moulures

Étapes : Préparer le mélange de plâtre pour moulure  
Appliquer le mélange de plâtre pour moulure

**Module 11 : Acrylique et stuc**

Tâche : Préparation des mélanges acryliques et application sur un mur

Étapes : Préparer le mélange de nivelage d'acrylique  
Appliquer le mélange de nivelage d'acrylique  
Préparer le mélange de base d'acrylique  
Appliquer le mélange de base d'acrylique  
Appliquer la finition d'acrylique

**Module 12 : Réparation de surfaces**

Tâche : Réparation du gypse sur un mur

Étapes : Couper le gypse  
Installer les morceaux de gypse

Remplir les gros trous avec la pâte à joint

Appliquer la pâte à joint  
Sabler la pâte à joint

## Étapes par Métier (suite)

### Plomberie/chauffage

#### Module 3 : Mécanique de tuyauterie

Tâche : Collage des tuyaux ABS

Étape : Coller les tuyaux ABS

Tâche : Assemblage des tuyaux d'acier

Étapes : Fileter les tuyaux d'acier  
Assembler les tuyaux d'acier

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

#### Module 6 : Système de drainage

Tâche : Collage des tuyaux PVC

Étape : Coller les tuyaux PVC

Tâche : Assemblage des tuyaux de fonte

Étape : Assembler des tuyaux de fonte

Tâche : Collage des tuyaux ABS

Étape : Coller les tuyaux ABS

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

#### Module 7 : Système d'évent

Tâche : Assemblage des tuyaux de fonte

Étape : Assembler des tuyaux de fonte

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

Tâche : Collage des tuyaux ABS

Étape : Coller les tuyaux ABS

Tâche : Collage des tuyaux PVC

Étape : Coller les tuyaux PVC

#### Module 11 : Travaux de soudage

Tâche : Effectuer différentes techniques de soudure

Étapes : Effectuer de la soudure SMAW sur acier  
doux  
Effectuer de la soudure MIG sur acier doux  
Effectuer de l'oxycoupage  
Effectuer le brasage sur cuivre

#### Module 12 : Distribution d'eau froide et d'eau chaude

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

#### Module 13 : Appareils sanitaires et accessoires de plomberie

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

Tâche : Collage des tuyaux ABS

Étape : Coller les tuyaux ABS

Tâche : Installation d'un évier

Étapes : Sceller le pourtour de l'évier  
Sceller le drain de l'évier

Tâche : Collage des tuyaux PVC

Étape : Coller des tuyaux PVC

#### Module 15 : Réparation de systèmes de plomberie

Tâche : Réparation de diverses installations de plomberie à l'intérieur de l'école

Étapes : Nettoyer les tuyaux de plomberie  
Coller les tuyaux ABS  
Sabler et appliquer le décapant  
Étapes par Métier  
Effectuer le brasage sur cuivre

## Étapes par Métier (suite)

### **Module 19 : Système de chauffage à un tuyau**

Tâche : Brasage sur cuivre

Étapes : Sabler et appliquer le décapant  
Effectuer le brasage sur cuivre

Tâche : Assemblage des tuyaux d'acier

Étapes : Fileter les tuyaux d'acier  
Assembler les tuyaux d'acier

### **Module 22 : Système de chauffage à eau chaude, direct et renversé**

Tâche : Assemblage des tuyaux d'acier

Étapes : Fileter les tuyaux d'acier  
Assembler les tuyaux d'acier

### **Module 23 : Système de chauffage à vapeur, basse pression**

Tâche : Assemblage des tuyaux d'acier

Étapes : Fileter les tuyaux d'acier  
Assembler les tuyaux d'acier

### **Module 24 : Réparation de systèmes de chauffage**

Tâche : Inspection, nettoyage et ajustement d'une fournaise à l'huile

Étapes : Inspecter les composantes externes  
Purger la pompe pour l'huile à chauffage  
Démonter la fournaise  
Nettoyer la chambre de combustion et la Cheminée  
Ré assembler les pièces de la fournaise

## Annexe 2 : Substances sensibilisantes ou irritantes

Tableau 2.1a : Substances sensibilisantes (3 SP) ou irritantes (25 IP) pour la peau utilisées en charpenterie/menuiserie

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SP	IP
Charpenterie/menuiserie	2,2-Diméthylbutane (75-83-2) *	18		X
	2,3-Diméthylbutane (79-29-8) *	18		X
	2-Méthylpentane (107-83-5) *	18		X
	3-Méthylpentane (96-14-0) *	18		X
	Acétate d'éthyle (141-78-6) *	18		X
	Acétone (67-64-1) **	18		X
	Alcool éthylique (64-17-5)	18		X
	Alcool méthylique (67-56-1) *	18		X
	Amidon (9005-25-8) **	17, 21		X
	Cyclohexane (110-82-7)	18		X
	Diisocyanate-4,4' de diphénylméthane (101-68-8)	16	X	X
	Éthylène glycol (107-21-1)	16, 17	X	X
	Formaldéhyde (50-00-0)	13, 17, 18, 19		X
	Hexane normal (110-54-3) **	18		X
	Kaolin (1332-58-7) **	17		X
	Naphta VM & P (8032-32-4) **	16		X
	Néoprène (9010-98-4)	18		X
	Résine phénol-formaldéhyde	18		X
	Résine urée-formaldéhyde (9011-05-6)	17, 18, 19	X	X
	Solvant Stoddard (8052-41-3) **	3, 14		X
	Talc non fibreux (14807-96-6) **	3, 16, 17		X
	Toluène (108-88-3)	3, 18		X
	Triéthanolamine (102-71-6)	18		X
	Vermiculite (1318-00-9) ***	17, 21		X
	Xylène (1330-20-7)	16, 18		X

\* : Action dégraissante à exposition répétée ou prolongée.

\*\* : IP possible ou légèrement, selon un ou l'autre des sources d'information consultée.

\*\*\* : IP mécanique.

Tableau 2.1b : Substances sensibilisantes (2 SP) ou irritantes (10 IP) pour la peau utilisées en plâtrage

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SP	IP
Plâtrage	Amidon (9005-25-8) *	12		X
	Ciment Portland (65997-15-1)	6, 8, 11		X
	Dioxyde de titane (13463-67-7)	11		X
	Éthylène glycol (107-21-1)	9, 12	X	X
	Hydroxyde de calcium (1305-62-0)	7, 8, 10		X
	Kaolin (1332-58-7) *	9, 12		X
	Oxyde de calcium (1305-78-8)	6, 8, 11		X
	Propylène glycol (57-55-6)	11	X	X
	Talc non-fibreux (14807-96-6) *	9, 12		X
	Vermiculite (1318-00-9) **	12		X

\* : IP possible ou légèrement, selon un ou l'autre des sources d'information consultée.

\*\* : IP mécanique.

Tableau 2.1c : Substances sensibilisantes (3 SP) ou irritantes (13 IP) pour la peau utilisées en plomberie/chauffage

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SP	IP
Plomberie/chauffage	Antimoine (7440-36-0)	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19		X
	Argent (7440-22-5)	11		X
	Butoxy-2-éthanol (111-76-2)	13		X
	Chlorure de méthylène (75-09-2)	24		X
	Chlorure de zinc (7646-85-7)	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19		X
	Cyclohexanone (110-82-7)	6, 7, 13	X	X
	Dioxyde de titane (13463-67-7)	11		X
	Mazout #2 (68476-30-2)	24		X
	Méthyl éthyl cétone (78-93-3)	3, 6, 7, 13, 15	X	X
	Perchloroéthylène (127-18-4)	24	X	X
	Phosphore jaune (7723-14-0)	11		X
	Solvant Stoddard (8052-41-3) *	24		X
	Tétrahydrofurane (109-99-9) *	6, 7, 13		X

\* : IP possible ou légèrement, selon un ou l'autre des sources d'information consultée.

Tableau 2.2a : Substances sensibilisantes (2 SVR) ou irritantes (29 IVR) pour les voies respiratoires utilisées en charpenterie/menuiserie

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SVR	IVR	
Charpenterie/menuiserie	2,2-Diméthylbutane (75-83-2) *	18		X	
	2,3-Diméthylbutane (79-29-8) *	18		X	
	2-Méthylpentane (107-83-5) *	18		X	
	3-Méthylpentane (96-14-0) *	18		X	
	Acétate d'éthyle (141-78-6) **	18		X	
	Acétone (67-64-1)	18		X	
	Alcool éthylique (64-17-5) **	18		X	
	Alcool méthylique (67-56-1)	18		X	
	Amidon (9005-25-8)	17, 21		X	
	Attapulgite (12174-11-7) ***	17		X	
	Calcaire (1317-65-3) ***	17		X	
	Cellulose (9004-34-6) ***	17, 21		X	
	Cyclohexane (110-82-7)	18		X	
	Diisocyanate-4,4' de diphénylméthane (101-68-8)	16	X		
	Éthylène glycol (107-21-1) **	16, 17		X	
	Gypse (13397-24-5)	17, 21		X	
	Hexane normal (110-54-3) **	18		X	
	Kaolin (1332-58-7) ***	17		X	
	Mica (12001-26-2) ***	17		X	
	Naphta VM & P (8032-32-4)	16		X	
	Poussières de bois ***	3, 7, 8, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21			X
	Poussières métalliques ***	3			X
	Poussières de vinyle ***	16			X
	Résine de phénol-formaldéhyde	13			X
	Résine urée-formaldéhyde (9011-05-6)	17, 18, 19	X		
	Silice cristalline (quartz) (14808-60-7)	17, 21			X
	Solvant Stoddard (8052-41-3) **	3, 14			X
	Talc non fibreux (14807-96-6) ***	17			X
	Toluène (108-88-3) **	3, 18			X

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SVR	IVR
	Vermiculite (1318-00-9) ***	17, 21		X
	Xylène (1330-20-7) **	16, 18		X

\* : Selon REPTOX, irritant des yeux et de la gorge.

\*\* : IVR à haute concentration, exposition répétée ou prolongée.

\*\*\* : IVR possible ou légèrement, selon un ou l'autre des sources d'information consultée.

Tableau 2.2b : Substances irritantes (20 IVR) pour les voies respiratoires utilisées en plâtrage

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SVR	IVR
Plâtrage	Amidon (9005-25-8) *	12		X
	Attapulgate (12174-11-7)	9, 12		X
	Calcaire (1317-65-3)	9, 12		X
	Carbonate de calcium (1317-65-3)	6, 8, 11		X
	Cellulose (9004-34-6)	7, 10, 12		X
	Ciment Portland (65997-15-1) **	6, 8, 11		X
	Éthylène glycol (107-21-1) *	9, 12		X
	Gypse (13397-24-5) **	7, 12		X
	Hydroxyde de calcium (1305-62-0)	7, 8, 10		X
	Kaolin (1332-58-7) *	9, 12		X
	Mica (12001-26-2) *	9, 12		X
	Oxyde de calcium (1305-78-8)	6, 8, 11		X
	Oxyde de magnésium (1309-48-4)	6, 8, 11		X
	Perlite expansée (83969-76-0) **	7, 10		X
	Plâtre de Paris (26499-65-0) **	6, 7, 10		X
	Poussières de bois **	10		X
	Silice cristalline (quartz) (14808-60-7)	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12		X
	Sulfate de calcium (7778-18-9)	6, 7, 8, 11		X
	Talc non fibreux (14807-96-6) *	9, 12		X
	Vermiculite (1318-00-9) *	12		X

\* : IP possible ou légèrement, selon un ou l'autre des sources d'information consultée.

\*\* : IVR mécanique.

Tableau 2.2c : Substances sensibilisantes (2 SVR) ou irritantes (22 IVR) pour les voies respiratoires utilisées en plomberie/chauffage

Métier	Nom de la substance (CAS)	Module	SVR	IVR
Plomberie/chauffage	Antimoine (7440-36-0)	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19		X
	Argent (7440-22-5)	11		X
	Butoxy-2-éthanol (111-76-2) *	13		X
	Chlorure de méthylène (75-09-2)	24		X
	Chlorure de zinc (7646-85-7)	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19	X	X
	Cuivre (7440-50-8)	11		X
	Cyclohexanone (110-82-7)	6, 7, 13		X
	Dioxyde d'azote (10102-44-0)	11		X
	Dioxyde de titane (13463-67-7)	11		X
	Étain (7440-31-5) **	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19		X
	Fer (1309-37-1) ***	11		X
	Huile minérale (64742-54-7)	3, 19, 22, 23		X
	Manganèse (7439-965)	11		X
	Mazout #2 (68476-30-2) *	24		X
	Méthyl éthyl cétone (78-93-3) *	3, 6, 7, 13, 15		X
	Ozone (10028-15-6)	11		X
	Perchloroéthylène (127-18-4)	24	X	X
	Phosphore jaune (7723-14-0)	11		X
	Plomb (7439-92-1) ***	3, 6, 7, 19		X
	Poussières de suies ***	24		X
Solvant Stoddard (8052-41-3) *	24		X	
Tétrahydrofurane (109-99-9) ****	6, 7, 13		X	

\* : IVR à haute concentration ou exposition répétée ou prolongée.

\*\* : IVR d'après HSDB, pour REPTOX, associé à la fièvre du fondeur.

\*\*\* : IVR mécanique.

\*\*\*\* : Selon HSDB, IVR chez l'animal pour une exposition répétée ou prolongée.

### Annexe 3 : Équipements de protection recommandés selon l'étape

Tableau 3.1 : Équipements de protection recommandés pour des substances utilisées en charpenterie/menuiserie

Métier	No module	Étape	Substance	ÉP recommandé
Charpenterie/menuiserie	3	Appliquer la teinture	Solvant stoddard Naphta aliphatique (C9-C12) Toluène	Gants de nitrile *, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	14	Préparer l'installation du recouvrement de toiture (Ciment plastique)	Solvant stoddard	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	16	Appliquer un scellant pour les portes et fenêtres (Acoustik, butyle, Flextra, latex siliconé)	Naphta VM et P Naphta aliphatique (C9-C12) Xylène Éthylène glycol	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	16	Appliquer un scellant pour les portes et fenêtres (Polyuréthane)	MDI	Gants de nitrile, demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques
	17	Sabler la pâte à joint	Poussière de pâte à joint	Demi-pièce filtrante N95
	18	Coller le stratifié (Colle contact appliquée ou vaporisée)	Xylène Alcool éthylique Acétone Cyclohexane Hexane (isomères)	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	18	Machiner le bois	Poussière de bois	Demi-pièce filtrante N95
	18	Remplir des fissures dans le bois (Bois plastique)	Acétone Acétate d'éthyle Toluène Alcool éthylique Alcool méthylique	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	3, 12, 19	Sabler manuellement le bois	Poussière de bois	Demi-pièce filtrante N95
	7, 8, 13, 14, 16, 17, 19	Scier mécaniquement le bois	Poussière de bois	Demi-pièce filtrante N95

\* : Recommandé par une autre source non publiée.

Tableau 3.2 : Équipements de protection recommandés pour des substances utilisées en plâtrage

Métier	No module	Étape	Substance	ÉP recommandé
Plâtrage	6	Préparer le mélange de base de plâtre et l'appliquer (Diamond®, Imperial®)	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	6	Préparer le mélange de crépi de plâtre pour taquet et coins de fer, les installer, préparer le mélange de crépi de plâtre et l'appliquer	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	7	Préparer le mélange de finition de plâtre et l'appliquer (Diamond®, Imperial®, Standard)	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	8	Préparer le mélange de crépi pour le béton et l'appliquer	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	10	Préparer le mélange de plâtre pour moulure et l'appliquer	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	11	Appliquer la finition d'acrylique	Mélange irritant	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	11	Préparer le mélange de base d'acrylique et l'appliquer	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	11	Préparer le mélange de nivelage d'acrylique et l'appliquer	Poussière irritante	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95
	9, 12	Sabler la pâte à joint	Poussière de pâte à joint	Demi-pièce filtrante N95

Tableau 3.3 : Équipements de protection recommandés pour des substances utilisées en plomberie/chauffage

Métier	No module	Étape	Substances	ÉP recommandé
Plomberie/chauffage	3, 6, 7, 13, 15	Coller les tuyaux ABS ou PVC	Méthyl éthyl cétone Tétrahydrofurane Cyclohexanone	Gants de polyéthylène/éthylène vinyle alcool laminé (PE/EVAL), demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations
	11	Effectuer de la soudure MIG sur acier doux	Fumées métalliques Ultraviolet	Couvre tout en Nomex®, gants et visière pour soudeur avec filtre UV et demi-pièce filtrante N95
	11	Effectuer de la soudure SMAW sur acier doux	Fumées métalliques Ultraviolet	Couvre tout en Nomex®, gants et visière pour soudeur avec filtre UV et demi-pièce filtrante N95
	11	Effectuer de l'oxycoupage	Fumées métalliques Ultraviolet	Couvre tout en Nomex®, gants et lunettes pour soudeur avec filtre UV et demi-pièce filtrante N95
	11	Effectuer le brasage sur cuivre (chalumeau acétylène)	Fumées métalliques Ultraviolet	Couvre tout en Nomex®, gants et lunettes pour soudeur avec filtre UV et demi-pièce filtrante N95
	13	Sceller le pourtour de l'évier	2-Butoxyéthanol	Gants de nitrile
	24	Démonter la fournaise, nettoyer la chambre de combustion et la cheminée	Chlorure de méthylène Solvant stoddard Perchloroéthylène  Poussière de suies	Gants de nitrile, demi-pièce filtrante N95 ou demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques, selon les concentrations Demi-pièce filtrante N95
	24	Purger la pompe pour l'huile à chauffage	Huile à chauffage	Gants de nitrile
	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19	Sabler et appliquer le décapant (brasage sur cuivre)	Chlorure de zinc	Gants de cuir *, demi-masque à cartouches filtrantes vapeurs organiques
	3, 19, 22, 23	Fileter les tuyaux d'acier	Huile minérale	Gants de nitrile
	3, 6, 7, 12, 13, 15, 19	Effectuer le brasage sur cuivre	Étain Antimoine	Demi-pièce filtrante N95, gants de cuir
	3, 6, 7, 19	Effectuer le brasage sur cuivre	Étain Plomb	Demi-pièce filtrante N95, gants de cuir

\* : Un autre type de gants offrant une protection supérieure pourrait être ajouté. La particularité qu'est le travail à chaud devrait être pris en considération lors du choix de ces gants.