

Guide d'évaluation des contaminants de soudage et procédés connexes

Regroupement provincial des hygiénistes du travail en
santé au travail (RPHT)

Adopté le : 27 novembre 2025

Guide d'évaluation des contaminants de soudage et procédés connexes

Regroupement provincial des hygiénistes du travail (RPHT)

Ce document contribue à l'harmonisation des pratiques et des processus tel que défini dans la planification stratégique du Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT).

Date d'adoption par le CISSS de la Montérégie-Centre responsable de la publication : 2025-10-28

Date de présentation à la TNSAT : 2025-11-20

Date d'adoption par la TNSAT : 2025-11-27

Date de la dernière modification : 2025-12-17

**Centre intégré
de santé et de
services sociaux de
la Montérégie-Centre**

Québec 



Fière membre du

**Réseau de santé publique
en santé au travail**

Auteurs

Groupe de travail Guide de soudage et procédés connexes du Regroupement provincial des hygiénistes du travail (RPHT) :

Grace Bopele Yengaka, Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CISSS de la Côte-Nord

Valentina Chiosa, Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Annie Douillette, APPR Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CISSS de la Montérégie-Centre

Marianne Dupuis, Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CISSS de Chaudière-Appalaches

Claire Labrie, Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CIUSSS de la Capitale-Nationale

Roman Vozian, Hygiéniste du travail
Direction de la santé publique du CISSS du Bas-Saint-Laurent

Révision linguistique et mise en page

Carole Proulx, Agente administrative régionale
Direction de la santé publique du CISSS du Bas-Saint-Laurent

Illustration (couverture)

Gracieuseté du Réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT), soudeur (Dreamstime photos)

Photos

Provenant du RPHT par Roman Vozian

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le *Portail du Réseau de santé publique en santé au travail* au <https://santeautravail.qc.ca/publication?itemId=15147>

DÉPÔT LÉGAL – 1^{er} TRIMESTRE 2026

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC, 2026

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA, 2026

ISBN : 978-2-555-03022-0 (PDF)

La reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée à condition que la source soit mentionnée.

Pour citer ce document : Bopele Yengaka, G., Chiosa, V., Douillette, A., Dupuis, M., Labrie, C., Vozian, R. (2026). Guide d'évaluation des contaminants de soudage et procédés connexes. Regroupement provincial des hygiénistes du travail (RPHT), 73 pages.

REMERCIEMENT

Aux techniciens et techniciennes en hygiène du travail ainsi qu'aux hygiénistes du travail du RSPSAT pour leur relecture approfondie et leurs commentaires forts pertinents.

Aux membres des Communautés de pratique en santé au travail, notamment la Communauté de pratique des soins infirmiers en santé au travail et la Communauté médicale de pratique en santé au travail du Québec pour leur relecture et leurs commentaires.

Aux membres de la Direction générale de la réglementation, du soutien et de l'expertise de la CNESST pour la relecture du document et les commentaires.

Aux professionnels de l'IRSST pour la relecture et l'enrichissement du document.

Table des matières

SOMMAIRE	12
INTRODUCTION	13
1. GÉNÉRALITÉS	14
1.1 Description des procédés de soudage.....	15
1.2 Métaux de bases et métaux d'apport.....	16
1.3 Composition des fumées de soudage.....	16
2. ENQUÊTE PRÉLIMINAIRE	19
2.1 Évaluation sommaire du niveau de risque d'exposition.....	19
2.2 Interventions possibles après l'enquête préliminaire.....	20
2.3 Conclusion de l'enquête préliminaire.....	22
3. ENQUÊTE APPROFONDIE	23
3.1 Mode d'échantillonnage.....	23
3.2 Choix des métaux à échantillonner.....	23
3.2.1 Particularité pour les espaces clos.....	29
3.3 Méthodes d'échantillonnage.....	30
3.3.1 Échantillonnage des métaux.....	30
3.3.2 Évaluation des poussières de meulage.....	33
3.4 Stratégie d'échantillonnage.....	34
3.5 Observations à noter lors de l'échantillonnage.....	48
3.6 SISAT (Système d'information en santé au travail).....	49
CONCLUSION	50
ANNEXES	51
Annexe 1 — Cueillette de données terrain pour l'évaluation préliminaire.....	52
Annexe 2 — Aide à la décision.....	54
Annexe 3 — Moyens de prévention.....	56
Annexe 4 — Réglementation.....	57
Annexe 5 — Contaminants possiblement émis par les procédés de soudage, brasage et meulage [2] [6].....	58
Annexe 6 — Illustration de différentes façons d'installation des dispositifs d'échantillonnage.....	62
BIBLIOGRAPHIE	70

Table des illustrations (Figures)

Figure 1 : Les diamètres des particules émises lors du soudage et procédés connexes[6] [7]	17
Figure 2 : Taux de production des fumées, en grammes par minute, pour divers procédés de soudage sur différents métaux [8]	18
Figure 3 : Algorithme pour le choix de la stratégie d'échantillonnage des fumées de soudage	45
Figure 4 : Exemples de moyens de prévention	56
Figure 5 : Avec seulement tubes Tygon simples qui vont vers l'arrière	62
Figure 6 : Avec seulement tubes Tygon simples qui vont vers l'avant	63
Figure 7 : Avec seulement un tube Tygon semi-rigide et un tube Tygon simple qui vont vers l'avant	64
Figure 8 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (casque ouvert)	65
Figure 9 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (casque fermé)	66
Figure 10 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (vue de dos)	67
Figure 11 : Le dispositif/support de fixation pour deux cassettes (fil électrique, deux pinces alligators, ruban électrique) inspiré du dispositif pour une cassette utilisée dans la région de Chaudière-Appalaches depuis plusieurs années (vue de côté)	68
Figure 12 : Le dispositif/support de fixation pour deux cassettes (fil électrique, deux pinces alligators, ruban électrique) inspiré du dispositif pour une cassette utilisée dans la région de Chaudière-Appalaches depuis plusieurs années (vue de devant)	69

Table des Tableaux

Tableau 1 : Principaux contaminants métalliques et gaz inscrits à l'annexe 1 du RSST par procédé de soudage sur différents métaux [2] [6]	25
Tableau 2 : Méthodes et dispositifs d'échantillonnage disponibles en fonction de la fraction à analyser	31
Tableau 3 : Avantages et inconvénients des stratégies d'échantillonnage pour les fumées de soudage	46
Tableau 4 : Stratégies d'échantillonnage possibles pour les fumées de soudage en fonction du nombre de méthodes d'échantillonnage requises	47
Tableau 5 : Critères de pondération pour les 5 éléments relatifs au soudage (tiré du guide de Montréal)	54
Tableau 6 : Cote de risque établie à partir de la sommation des critères de pondération	55

Liste des sigles et acronymes

APR	Appareil de protection respiratoire
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
CCHST	Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CNESST	Commission des normes de l'équité de la santé et la sécurité du travail
CSA	Canadian Standards Association
EQM	Exposition quotidienne moyenne
EPI	Équipement de protection individuelle
FCAW	Soudage à l'arc avec fil fourré (Flux Core Arc Welding)
GES	Groupe d'exposition similaire
GMAW	Soudage à l'arc sous gaz protecteur avec fil plein (Gaz Metal Arc Welding)
GTAW	Soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène (Gas Tungsten Arc Welding)
HEPA	Filtre à air à haute efficacité (High Efficiency Particulate Air)
INRS	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
LMRSST	Loi modernisant le régime de santé et de sécurité du travail
MAG	Soudage à l'arc en atmosphère active (Metal Active Gas)
MCAW	Soudage à l'arc avec fil à âme métallique (Metal Cored Arc Welding)
MIG	Soudage à l'arc en atmosphère inerte (Metal Inert Gas)
Pi	Particules de la fraction inhalable de l'aérosol
PNCA	Poussières non-classifiées autrement
PPR	Programme de protection respiratoire
Pr	Particules de la fraction respirable de l'aérosol
Pt	Particules totales
Reptox	Répertoire toxicologique de la CNESST
Rm	Ratio de mélange
RP	Recirculation prohibée
RSS	Représentant en santé et sécurité
RSST	Règlement sur la santé et la sécurité du travail
RPHT	Regroupement provincial des hygiénistes du travail (Communauté de pratique)
RSPSAT	Réseau de santé publique en santé au travail
SAT	Santé au travail
SMAW	Soudage à l'arc avec électrode enrobée (Shielded Metal Arc Welding)
SISAT	Système d'information en santé au travail
TCNSAT	Table de concertation nationale en santé au travail
TDI	Diisocyanate de toluène

TIG	Soudage à l'arc sous gaz inerte avec électrode de tungstène (Tungsten Inert Gas)
VEA	Valeurs d'exposition admissibles
VECD	Valeur d'exposition de courte durée
VEMP	Valeur d'exposition moyenne pondérée
VLE	Valeur limite d'exposition
VMR	Valeur minimale rapportée

Sommaire

L'échantillonnage des contaminants de soudage représente un défi pour les intervenants en hygiène du travail d'autant plus avec les récents changements réglementaires introduits dans l'annexe 1 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) [1]. Ces changements nécessitent une mise à jour des pratiques et une compréhension approfondie des nouvelles exigences.

Ce guide a été conçu afin d'offrir des pistes pour naviguer à travers ces changements.

Le guide présente également divers dispositifs d'échantillonnage disponibles à l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail (IRSST). Ces dispositifs sont adaptés aux différentes fractions granulométriques des fumées de soudage. Des stratégies d'échantillonnage sont proposées puis les avantages et inconvénients de chacune sont discutés, permettant aux professionnels de choisir la plus adaptée à leur situation spécifique. Un outil pratique pour consigner les observations, lors de l'enquête préliminaire et les éléments importants à documenter lors de l'enquête approfondie, est proposé.

Il est important de souligner que, malgré l'ensemble des informations et des outils fournis, le jugement professionnel reste indispensable. Chaque contexte de travail est unique et requiert une évaluation personnalisée pouvant refléter la réalité du milieu de travail.

Introduction

Les mises à jour récentes des valeurs limites d'exposition du RSST du Québec rendent plus complexe l'évaluation de contaminants pouvant être présents lors du soudage et des activités connexes. En effet, certains métaux ont désormais des valeurs d'exposition admissibles (VEA) exprimées selon différentes fractions granulométriques (particules des fractions inhalables, thoraciques et respirables de l'aérosol), en plus des VEA en particules totales encore utilisées pour d'autres métaux. Par conséquent, les évaluations quantitatives demandent davantage une utilisation stratégique des dispositifs d'échantillonnages étant donné la limite du nombre de ceux-ci sur un même travailleur. Les méthodes de prélèvements dans l'air ainsi que les méthodes analytiques ont également dû être adaptées par l'IRSST à cette nouvelle réalité réglementaire.

Dans ce contexte évolutif, la communauté de pratique des hygiénistes du travail du réseau de santé publique en santé au travail (RSPSAT), nommée Regroupement provincial des hygiénistes du travail (RPHT), a priorisé le sujet de l'évaluation des contaminants de soudage et des procédés connexes et a formé un sous-groupe de travail avec l'aval de la Table de concertation nationale en santé au travail (TCNSAT) dans le but de développer un guide de pratique provincial sur le sujet. Ce document est destiné aux intervenants en hygiène du travail du RSPSAT et s'inscrit dans une démarche d'harmonisation des pratiques et d'amélioration continue.

Les travaux ont débuté en 2023 avec une mise en commun des documents et outils déjà disponibles dans les régions. Certaines sections de ces documents ont été utilisées ou adaptées pour les fins de ces travaux. La section sur l'enquête approfondie, identifiée comme le cœur du guide, vise à fournir un outil pratique adapté aux besoins des intervenants en hygiène du travail pour l'échantillonnage des contaminants présents dans les fumées de soudage et les procédés connexes.

Cependant, les risques spécifiques sur la santé et les moyens de prévention ne seront pas traités. Le lecteur sera plutôt dirigé vers des références reconnues dans le domaine pour approfondir le sujet. Pensons, par exemple, aux guides de *Multiprévention* ou de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS). Les liens et les références complètes se trouvent à la section bibliographie.

Le guide *Notions à connaître pour intervenir dans un établissement ayant des soudeurs* [2] de la région de Montréal sera déposé dans le site Internet du RSPSAT pour les intervenants du réseau. Bien que certains éléments de ce guide ne soient plus à jour, comme les VEA, ils demeurent tout à fait pertinents et bien documentés pour plusieurs sujets comme la ventilation ou encore les métaux de base ou d'apport.

1. Généralités

Il existe plus de 140 procédés de soudage et de techniques connexes (le brasage, le coupage, le gougeage, etc.). Voici quelques définitions et éléments importants à retenir.

Selon le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) [3], « *le soudage* est un procédé par lequel on assemble des pièces métalliques (ou des matières plastiques) par chauffage et fusion des parties en contact de manière à réaliser un joint ayant les mêmes propriétés que le matériau constitutif des pièces assemblées ». Une soudure s'obtient par fusion du métal de base et du métal d'apport dans la plupart des procédés [4].

Trois éléments sont généralement nécessaires pour réaliser une soudure :

- Une source de chaleur telle qu'un arc, une flamme, une pression ou une friction.
- Une protection (utilisation d'un gaz ou d'une autre substance comme un flux ou un fondant qui génère ce gaz) pour protéger la soudure de l'air au moment de sa réalisation (sauf quelques exceptions qui ne nécessitent pas de protection (ex. : soudage par résistance ou soudage autogène [air-acétylène])).
- Un matériau d'apport qui correspond au matériau utilisé pour assembler les deux pièces.

Le **brasage** est une opération d'assemblage qui s'obtient par fusion d'un métal d'apport (par exemple à base d'argent, de plomb ou d'étain) sans fusion du métal de base. Il existe deux catégories :

- Le brasage fort : assemblage des métaux au moyen d'un métal d'apport dont le point de fusion est supérieur à 450 °C (842 °F), mais inférieur au point de fusion des métaux de base. Les métaux assemblés peuvent être différents. Le joint obtenu est moins solide qu'un joint de soudure.
- Le brasage tendre : assemblage des métaux au moyen d'un métal d'apport dont le point de fusion est inférieur à 450 °C (842 °F). Les métaux assemblés peuvent être de nature différente. Les alliages plomb-étain sont communément utilisés comme métaux d'apport. Le joint obtenu est moins solide qu'un joint de soudure.

Le **coupage** est un procédé connexe qui nécessite l'utilisation d'un chalumeau, d'un gaz combustible et de l'oxygène pour la coupe des métaux, dont principalement l'acier. Donc, le coupage consiste à faire fondre du métal pour provoquer la coupure.

Le **gougeage** est une méthode d'élimination des matériaux indésirables dans le cadre de la soudure. Il existe deux méthodes : gougeage thermique et gougeage mécanique. Les procédés thermiques (gougeage au chalumeau ou au gaz oxygéné, arc au plasma, arc métallique manuel [MMA], arc au carbone dans l'air [communément appelé arcair]) sont plus rapides que le procédé mécanique. Lors du gougeage thermique, le matériau est chauffé localement et le métal fondu est éjecté par soufflage. Le gougeage mécanique (travail manuel à la gouge) consiste à éliminer un cordon de soudure mal fait ou à faire une réparation en enlevant le surplus de métal sans traverser la pièce ou encore à préparer un joint à souder.



La **projection thermique** (métallisation de surface) consiste à introduire de fines gouttelettes métalliques ou non dans un procédé de soudage déterminé afin de déposer sur la pièce un revêtement à l'état fondu ou semi-fondu. Le matériel à déposer peut être une poudre, une tige en céramique, du fil ou des matières en fusion.

Le **meulage** (usinage par abrasion) consiste à enlever une partie de la matière des pièces métalliques avec un disque abrasif.

1.1 Description des procédés de soudage

La famille de procédés de soudage la plus utilisée dans les établissements visités depuis 30 ans par les intervenants du RSPSAT est le soudage à l'arc électrique semi-automatique. Cette famille regroupe différents procédés [4] [5] [6] [7], dont le MIG (Metal Inert Gas ou soudage à l'arc avec fil électrode plein) qui est le procédé le plus fréquemment utilisé. Voici les noms de ces procédés de soudage et leurs utilisations.

I. Soudage à l'arc sous gaz protecteur avec fil plein **GMAW** (*Gaz Metal Arc Welding*).

Il y a deux catégories de GMAW en fonction du gaz de protection :

- Soudage à l'arc en atmosphère inerte **MIG** (*Metal Inert Gas* ou soudage à l'arc avec fil électrode plein) : Argon (Ar), Hélium (He), Azote (N₂)
- Soudage à l'arc en atmosphère active **MAG** (*Metal Active Gas*) : Dioxyde de carbone (CO₂) ou un mélange de gaz avec au moins un gaz actif.

Le procédé GMAW utilise des fils massifs pour souder les métaux et leurs alliages. Ce type de soudage peut être utilisé pour la fonte, les aciers, le cuivre, le nickel, le titane, l'aluminium et le magnésium.

II. Soudage à l'arc avec fil fourré **FCAW** (*Flux Core Arc Welding*).

Le procédé FCAW est un procédé semi-automatique qui utilise du fil tubulaire avec un noyau de flux granuleux, ce qui pourrait nécessiter un gaz de protection. Ce type de soudage est utilisé principalement pour l'acier doux et acier inoxydable.

III. Soudage à l'arc avec fil fourré de poudres métalliques **MCAW** (*Metal Cored Arc Welding*).

Le procédé MCAW utilise du fil tubulaire avec un noyau de poudre métallique. Ce type de soudage est utilisé dans des applications similaires à celles du procédé FCAW.

IV. Le soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène **GTAW** (*Gaz Tungsten Arc Welding*) ou le soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène **TIG** (*Tungsten Inert Gas*).

Le procédé GTAW utilise une électrode de tungstène réfractaire et pourrait inclure l'utilisation d'une baguette d'apport à chargement manuel. Ce type de soudage est utilisé pour la plupart des métaux, en particulier pour l'acier inoxydable et l'aluminium.

V. Le soudage à l'arc avec électrode enrobée **SMAW** (*Shielded Metal Arc Welding*) ou soudage à la baguette.



Ce procédé utilise une électrode de longueur fixe recouverte d'un flux de métaux en poudre. Ce type de soudage peut être utilisé sur la plupart des métaux et alliages courants.

1.2 Métaux de bases et métaux d'apport

Le métal de base est le matériau constitutif des éléments à souder.

Le métal d'apport (fil ou électrode) est la matière dont est constituée l'électrode utilisée dans le processus de soudage.

Le métal de base et le métal d'apport se mélangent pour former un cordon de soudure.

Voici les principaux types de métaux de base soudés :

- **Acier doux** (un alliage de fer, de carbone, de silicium de molybdène, de manganèse).
- **Acier inoxydable et fortement allié** (réunissant le fer, le nickel, le chrome et parfois le cobalt, le vanadium, le manganèse et le molybdène).
- **Acier fortement allié** (la teneur d'au moins un élément d'alliage dépasse 5 %).
- **Aciers faiblement allié ou non allié** (la teneur nominale en chrome ne dépasse pas 3 % et la teneur totale en éléments d'alliage ne dépasse pas 5 %).
- **Aluminium** (soit à l'état pur ou en tant qu'alliage de magnésium, de silicium et parfois de chrome).
- **Acier galvanisé** (acier revêtu de zinc le protégeant de la corrosion).

Environ 95 % des constituants des fumées de soudage proviennent du métal d'apport (électrode enrobée, fil électrode, etc.) et moins de 5 % du métal de base [6] [8]. Il est donc important de connaître le métal d'apport utilisé par les soudeurs que vous évalueriez. Afin d'avoir toutes les informations pertinentes, vous devez consulter les fiches de données de sécurité et les fiches techniques pour le métal d'apport et le métal de base ainsi que le [tableau 1](#) : Principaux contaminants métalliques et gaz inscrits à l'[annexe 1](#) du RSST par procédé de soudage sur différents métaux.

1.3 Composition des fumées de soudage

La composition et la quantité de particules émises dépendent des métaux d'apport et de base, des flux et des paramètres du procédé. [6] [9] Le soudage sur des surfaces métalliques est susceptible d'exposer, entre autres, le travailleur aux :

- métaux et oxydes des métaux composant le métal d'apport et de base (l'[annexe 5](#) de ce document détaille les contaminants possiblement émis par les procédés de soudage, brasage et meulage) ;
- gaz protecteurs (argon, hélium, etc.), et ce, particulièrement dans les espaces confinés ou mal ventilés ;
- gaz émis et transformés par l'arc généré lors du soudage (monoxyde de carbone, ozone, etc.).

De plus, le soudage pourra exposer le travailleur à plusieurs autres contaminants selon les revêtements des pièces (huile, peinture, antirouille, etc.) ou le traitement de surface utilisé (solvant chloré, dégraissant, etc.).



Les diamètres des particules émises dépendent des procédés de soudage et des procédés connexes utilisés. La [figure 1](#) représente l'étendue des diamètres des particules produites :

- ⇒ Les particules produites lors du **soudage** sont des fumées de soudage¹ et ont un diamètre variant de moins de 0,01 µm à un peu plus de 1 µm.
- ⇒ Les particules générées par le procédé de **coupage** sont des poussières métalliques² et sont généralement d'un diamètre plus important que le soudage, sauf dans le cas du coupage au laser qui produit aussi des particules de moins de 0,1 µm.
- ⇒ Le **meulage** produit des particules d'un diamètre généralement supérieur aux fumées de soudage/brasage. Les poussières dégagées lors du meulage de la soudure sont constituées des mêmes composantes que le métal de base et d'apport, des produits recouvrant la pièce à meuler et la composition de la meule.
- ⇒ Le **brasage** produit des particules du même type et du même ordre de grandeur que le soudage, mais le métal de base a moins d'influence sur l'exposition du travailleur que pour le soudage.
 - La fumée de brasage tendre (température < 450 °C) contient peu de particules métalliques, mais présente des produits de dégradation des flux en plus grande quantité.
 - La fumée de brasage fort (température > 450 °C) peut quant à elle contenir des particules d'oxydes métalliques, en plus des produits de dégradation des flux.

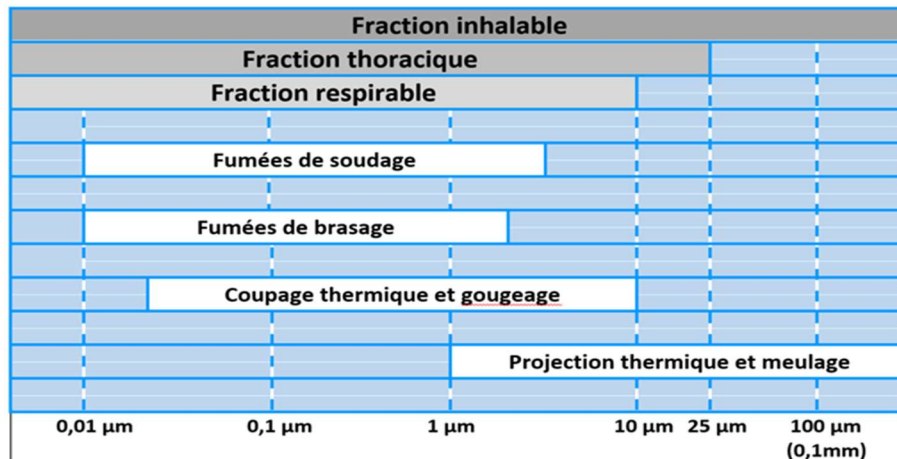


Figure 1 : Les diamètres des particules émises lors du soudage et procédés connexes [6] [9]

¹ Les fumées de soudage résultent de la fusion des métaux et des consommables de soudage (électrodes, fils, flux), qui sous l'effet de la chaleur intense, se vaporisent puis se condensent en fines particules dans l'air.

² Les particules issues du coupage et du meulage sont des poussières métalliques générées par l'enlèvement de matières lors de ces opérations. Contrairement aux fumées de soudage, ces particules sont généralement plus grosses et produites par abrasion ou fragmentation.



Le type de procédé influence la quantité de fumées générées. La [figure 2](#) suivante présente le taux de production des fumées par divers procédés :

- ⇒ Le procédé de **soudage à l'arc avec fil fourré**-(FCAW) est celui dégageant le plus haut taux de fumées par minute.
- ⇒ Le procédé de **soudage à l'arc sous gaz protecteur avec fil plein** (GMAW) génère moins de fumées que le procédé FCAW. Toutefois, la quantité générée est tout de même significative, particulièrement pour le soudage sur aluminium.
- ⇒ Le procédé de **soudage à l'arc sous gaz inerte avec électrode au tungstène** (GTAW) est celui qui émet le moins de fumées, mais ce procédé peut produire des particules ultrafines ainsi qu'une quantité notable d'ozone [7].

N.B. Le procédé de **soudage à l'arc avec électrode enrobée** (SMAW) ou soudage à la baguette est celui qui génère le plus de fumées par rapport à la quantité de métal d'apport déposé, mais il émet toutefois moins de fumées par minute puisqu'il s'agit d'un procédé manuel et nécessite de changer les électrodes enrobées très régulièrement, rendant l'exécution plus lente [4].

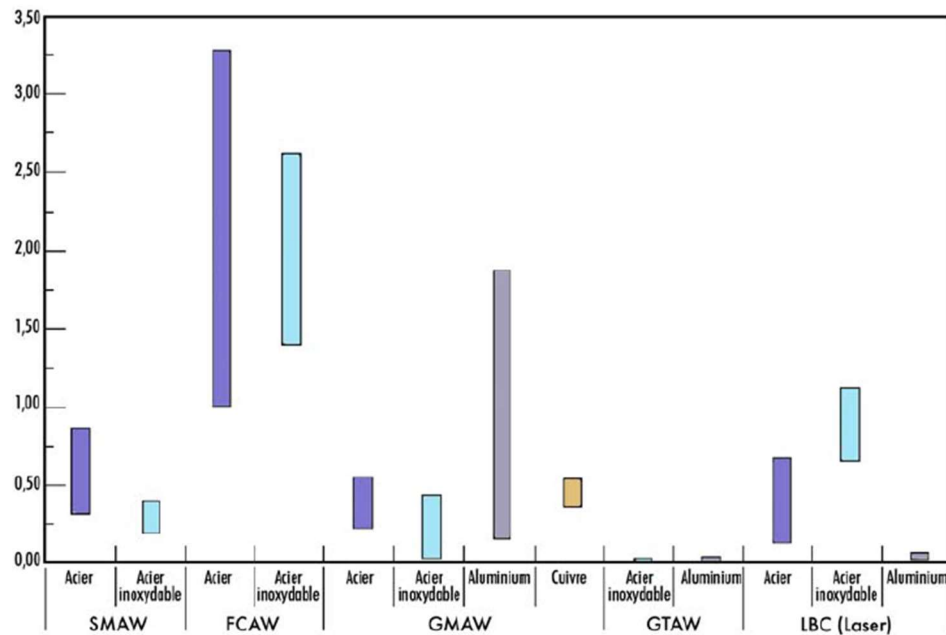


Figure 2 : Taux de production des fumées, en grammes par minute, pour divers procédés de soudage sur différents métaux [10]



2. Enquête préliminaire

L'enquête préliminaire doit permettre de répondre à la question : est-ce que l'exposition aux contaminants de soudage des travailleurs est significative ou non ?

L'exposition est fonction de la durée, de la fréquence de la tâche, des procédés, des matériaux utilisés et des moyens de prévention en place. La position du soudeur peut aussi influencer l'intensité de celle-ci. Afin de vous aider à documenter les tâches, nous vous proposons un outil de cueillette de données terrain que vous trouverez à [l'annexe 1](#) dont vous pourrez utiliser selon vos préférences.

La section 2.1 présente les éléments à considérer pour une prise de décision quant à la poursuite ou non de l'évaluation approfondie. Un outil d'aide à la décision est présenté à [l'annexe 2](#), mais comporte certaines limites étant donné les changements récents de VEA. De plus sa validité n'a pas été testée de façon étendue.

Dès l'étape de l'évaluation préliminaire, ayez en tête les moyens de prévention de l'exposition aux contaminants de soudage (voir [l'annexe 3](#)). Il pourrait être judicieux d'émettre des recommandations avant l'enquête approfondie si vous avez déjà la démonstration que la hiérarchie des moyens de prévention fait défaut. La section 2.2 présente par ailleurs les interventions pouvant découler de l'enquête préliminaire.

L'échantillonnage des contaminants de soudage sera traité dans la section 3 intitulée *Enquête approfondie*.

2.1 Évaluation sommaire du niveau de risque d'exposition

Plusieurs éléments sont à considérer pour évaluer sommairement le niveau de risque d'exposition aux contaminants de soudage. Voici les plus importants :

- **Mode opératoire** : Manuel (risque élevé), semi-automatique (risque modéré) et automatique (risque faible)
- **Temps de soudage** : Durée de soudage par jour qui est variable selon le procédé³
- **Émission de fumée selon le procédé de soudage utilisé [11]** :

Électrode enrobée ou fil fourré (ex. FCAW) : élevée (>1,5 g/min) ;

Soudage à la baguette (SMAW) : élevée (0,1 à 1,5 g/min) ;

MIG (aluminium) : faible à très élevée (0,05 à 1,7 g/min) ;

MIG, MAG (sous gaz de protection, faible énergie) : modérée à élevée (0,06 à 0,24 g/min) ;

Soudage sous flux en poudre (SAW) : faible (<0,06 g/min) ;

Soudage par résistance (par point) : faible (<0,06 g/min) ;

TIG : faible (<0,06 g/min), sauf préoccupation pour acier inox.

Jugement
professionnel

³ Pour les procédés avec dévidoir, la durée de soudage peut être estimée à partir de la consommation mensuelle de fil de soudage et de la vitesse du dévidoir en m/s. La bobine de fil a un poids et la fiche technique du fil précise la longueur contenue par bobine. Donc à partir du nombre de jours travaillés par mois et le nombre d'heures par jour, il est possible de déduire la durée estimée de soudage par travailleur en supposant une répartition équitable de la tâche de soudage.



- **Les métaux d'apport et de base :**

Rappel : le métal d'apport engendre 95 % des émissions [6].

Acier galvanisé : émission de substances à toxicité élevée ;

Acier inoxydable : émission de substances à toxicité élevée, émission d'ozone (substance irritante) ;

Acier doux : émission de substances à toxicité élevée (Mn par exemple) ;

Aluminium : émission de substances à toxicité modérée (norme plus élevée), et émission d'ozone.

Voir la [figure 2](#) pour les taux de production des fumées (g/min) pour divers procédés de soudage sur différents métaux.

- **Conditions environnementales :**

Les conditions de la zone de soudage (exemple : intérieur, extérieur, espace clos ou restreint) ;
La présence simultanée de plusieurs soudeurs effectuant différentes tâches (soudage, coupage, meulage) ;

Les mesures de contrôle et leur efficacité (ventilation générale, extraction) ;

Le genre de système de captation, si présent, son degré d'efficacité et d'utilisation, etc.

2.2 Interventions possibles après l'enquête préliminaire

Parfois, les observations et éléments recueillis lors de l'enquête préliminaire permettent de suspecter une exposition des travailleurs susceptible de dépasser les normes en vigueur. Vous pouvez aussi juger que la situation est acceptable tout en proposant des pistes d'amélioration possibles. On peut donc parfois faire des actions immédiatement sans passer par une évaluation approfondie (échantillonnage).

Par exemple, l'installation d'un **système de captation** pourrait être recommandée lors de l'enquête préliminaire. Toutefois, si les efforts de sensibilisation ne débouchent pas sur des engagements concrets de la part de l'employeur, vous pourriez envisager une demande d'intervention d'un inspecteur de la CNESST en fonction des mécanismes en vigueur.

Leviers réglementaires :

Deux articles du RSST relatifs à la notion de poste fixe peuvent être invoqués :

Article 1 : Définition du « poste de travail fixe » : tout poste de travail qui requiert que le travailleur exerce ses fonctions pendant au moins 4 heures de sa journée de travail sur une surface habituelle de 30 m² ou moins ;

Article 107 : « Toute source ponctuelle d'émission de gaz, de fumées, de vapeurs, de poussières ou de brouillards à un poste de travail fixe doit être pourvue d'un système de ventilation locale par extraction destiné à capter à la source même ces gaz, ces fumées, ces vapeurs, ces poussières et ces brouillards ».

Donc, l'intervenant doit se demander si les postes de soudeurs dans la situation observée répondent à la définition de postes fixes selon les critères mentionnés dans **l'article 107 du RSST**.



Il est aussi bon à savoir que la norme *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes CSA W117.2-94* a aussi force réglementaire. Elle est toutefois plus tolérante que l'article 107 du RSST pour certains procédés de soudage en ce qui concerne les obligations de ventilation. L'article 107 peut être applicable lors des activités de soudage. Il est possible de consulter la norme CSA W117.2 pour déterminer s'il est opportun ou nécessaire de déployer ce moyen de prévention. Par exemple, lors de soudage GTAW, émettant peu de contaminants, le déploiement d'une captation à la source ne serait pas nécessaire (sauf dans les cas où l'on anticipe un dégagement significatif d'ozone). Consultez [l'annexe 4](#) pour en savoir plus à ce sujet.

Un signalement, selon la démarche provinciale du RSPSAT à la CNESST, est évidemment possible après échantillonnage en utilisant les dépassements des valeurs limites d'exposition (art. 40, RSST).

Note sur les contaminants à recirculation prohibée (RP) :

L'article 108 du RSST stipule que : « Tout système de recirculation de l'air doit être conçu de sorte [...] qu'il n'y ait aucune recirculation d'un gaz, d'une fumée, d'une vapeur, d'une poussière ou d'un brouillard, qui est identifiée à l'**annexe I du RSST** comme une substance dont la recirculation est prohibée. »

L'article 1 définit la « recirculation de l'air : la ventilation locale par extraction, la filtration de l'air et la redistribution de l'air filtré dans le milieu de travail. »

Les exigences de l'article 108, dont la notation RP (recirculation prohibée), concernent la recirculation de l'air et celles-ci ne sont pas liées au respect des normes de l'**annexe I du RSST**. Ainsi, **la seule présence d'un contaminant RP** justifie l'application des restrictions liées à cette notation.

Selon une décision de 2017 de la Cour supérieure [12], il a été considéré qu'une unité de captation mobile⁴ avec filtres à haute efficacité était un système de recirculation de l'air et que les filtres, d'une efficacité de 99,97 %, ne rencontraient pas le critère « aucune recirculation ».

Pour le soudage et les procédés connexes, voici une liste non exhaustive des contaminants RP pouvant être rencontrés : béryllium, chrome VI, certains composés de nickel et ozone. En présence de ces contaminants, une unité de captation mobile avec filtres à haute efficacité ne peut donc pas être utilisée comme moyen de contrôle. Ainsi, puisque de l'ozone est produit dans la presque totalité des procédés de soudage, ce type d'unité ne devrait pas être utilisé pour le soudage.

Dans certaines situations exceptionnelles, l'utilisation d'une unité de captation mobile peut être la seule option possible même en présence de contaminants RP. La consultation préalable d'un inspecteur de la CNESST sera toutefois nécessaire. Rappelons également que l'entretien de ces unités doit être rigoureux et que ce type d'équipement ne filtre pas des gaz, seulement des particules.

⁴ Noter qu'un aspirateur HEPA n'est pas considéré comme un système de recirculation de l'air.



2.3 Conclusion de l'enquête préliminaire

L'enquête préliminaire permet de se positionner sur l'exposition probable des travailleurs aux contaminants. Lorsque l'exposition est jugée significative, les intervenants en SAT vérifient si la hiérarchie des moyens de prévention est bien déployée dont la présence d'une ventilation adéquate incluant un système de captation locale (ou aspiration à la source). La recommandation d'installer un tel système pourrait être énoncée même avant de procéder à l'échantillonnage des contaminants de soudage. En effet, des résultats d'échantillonnage sous les normes ne permettront pas de convaincre un employeur d'apporter des modifications à un poste de travail. L'argument de la présence de métaux cancérogènes⁵ pourrait vous être plus utile pour convaincre l'employeur de réduire le plus possible l'exposition aux fumées de soudage tel qu'exigé par l'article 42 du RSST [8]. La présence de sensibilisants peut aussi appuyer les recommandations de réduction d'exposition des travailleurs. Vous pouvez consulter l'[Annexe 5 — Contaminants possiblement émis par les procédés de soudage, brasage et meulage](#) pour les notations cancérogènes et les sensibilisants du RSST.

La mesure de concentrations des contaminants présents dans la zone respiratoire du soudeur demeure toutefois pertinente, surtout lorsqu'elle est réalisée au bon moment. Selon le jugement professionnel, dans certains contextes particuliers (ex. : la non-collaboration d'un employeur), un échantillonnage pourrait être pertinent même en l'absence de captation à la source. L'échantillonnage est toutefois davantage recommandé lorsque la captation à la source est installée et celui-ci pourrait permettre par exemple :

- d'apprécier l'efficacité de la captation à la source ;
- de s'assurer que la ventilation générale est suffisante, particulièrement en présence de pièces à souder de grandes dimensions ;
- de déterminer la nécessité de porter un appareil de protection respiratoire (APR).

Il est à noter que malgré la présence d'un système de captation à la source, l'exposition des travailleurs peut être encore hors norme. Évaluez si la protection respiratoire est adéquate et qu'un programme de protection respiratoire est mis en application [13].

Note : L'échantillonnage de l'exposition d'un soudeur portant un APR motorisé conforme n'est généralement pas priorisé. Toutefois, du soutien à l'employeur demeure nécessaire au niveau du déploiement de la hiérarchie des moyens de prévention.

⁵ Cancérogènes démontrés ou soupçonnés chez l'humain (C1, C2). À noter que le CIRC classe les fumées de soudage dans le Groupe 1 — l'agent est cancérogène pour l'homme.



3. Enquête approfondie

Lorsque les informations récoltées durant l'enquête préliminaire justifient une surveillance environnementale pour un poste ou un procédé, l'intervenant procède à une enquête approfondie.

3.1 Mode d'échantillonnage

L'évaluation de l'exposition quotidienne d'un travailleur aux fumées de soudage doit se faire en mode personnel afin de, notamment, vérifier la conformité aux valeurs d'exposition admissibles (VEA) ou à des normes préventives. Dans ce mode d'échantillonnage, le dispositif est placé dans la zone respiratoire du travailleur préférablement sous la visière. Le mode ambiant (en poste fixe) peut aussi être utilisé dans certains cas en complément de l'évaluation en mode personnel. Les résultats obtenus ne pourront cependant pas être comparés aux VEA en vigueur [14]. Ce mode sera utilisé pour évaluer la dispersion des fumées, poussières et gaz émis lors des procédés de soudage et ainsi déterminer si des travailleurs à proximité pourraient aussi être exposés. Ce mode peut aussi servir à évaluer si des moyens de prévention supplémentaires sont nécessaires pour bien protéger ces travailleurs [15].

3.2 Choix des métaux à échantillonner

Les données recueillies lors de l'enquête préliminaire permettront de déterminer les postes où un échantillonnage doit être effectué. Une fois les postes identifiés, il faut choisir les substances à échantillonner. Afin de déterminer les métaux les plus pertinents à échantillonner, procédez à l'analyse en se basant sur :

- les fiches techniques
- les fiches de données de sécurité
- les procédés de soudage
- la toxicité des contaminants (VEA et notations)
- les méthodes d'échantillonnage disponibles

Le [tableau 1](#) résume les métaux, les gaz et autres substances dangereuses couramment retrouvés selon le procédé de soudage. Cette liste est cependant non exhaustive et l'information devra être complétée par les points énumérés ci-dessus afin de bien choisir les métaux à échantillonner. [L'annexe 5](#) identifie les métaux retrouvés en fonction des matériaux et gaz utilisés. D'autres métaux pourraient être pertinents à échantillonner en fonction de la composition du métal de base ou d'apport.

Vu le nombre de fractions différentes à échantillonner, il faudra souvent faire un choix parmi les contaminants. Les trois options proposées dans cette section peuvent vous aider à sélectionner les métaux à échantillonner. Dans tous les cas, il est difficile de choisir seulement des métaux ayant la même fraction granulométrique ou le même dispositif d'échantillonnage. L'échantillonnage à l'aide de deux dispositifs d'échantillonnage sera pratiquement incontournable pour évaluer les fumées de soudage (voir le [tableau 2](#)).



Options proposées :

- **Métaux ayant les VEA les plus basses (Manganèse [Pr], Chrome VI, Béryllium...)**
Les métaux ayant les VEA les plus faibles sont ceux qui sont généralement les plus toxiques. De plus, il y a plus de chance que leurs VEA soient dépassées même si ces contaminants sont présents en plus faible pourcentage dans les métaux d'apport et de base.
- **Métaux présents en plus forts pourcentages dans les fiches techniques**
Choisir les 3 ou 4 métaux présents en plus fort pourcentage dans la fiche technique. Lorsque des procédés très émissifs sont utilisés (ex. : FCAW), des métaux présents en plus faible pourcentage pourraient aussi être sélectionnés surtout s'ils sont associés à de basses VEA.
- **Métaux de la même fraction**
En plus des métaux ayant des VEA plus basses ou étant présents en plus fort pourcentage dans les fiches techniques, il est possible d'ajouter d'autres métaux ayant la même fraction d'échantillonnage. En ayant plus de résultats d'analyse pour des métaux présentant les mêmes classes d'effets à santé, on augmente la probabilité de calculer un ratio de mélange (Rm) davantage représentatif de l'exposition réelle. Le choix de ces autres métaux doit cependant se faire suite à une analyse rigoureuse des métaux présents dans les fiches techniques, de leur VEA et de la valeur minimale rapportée (VMR) dans la technique d'analyse. Autrement, il est fort probable que le résultat obtenu pour cet échantillonnage soit « < VMR » et donc peu contributif pour calculer le Rm.

Tableau 1 : Principaux contaminants métalliques et gaz inscrits à l'annexe 1 du RSST par
procédé de soudage sur différents métaux [2] [6]

Procédé et métaux	Contaminants métalliques	VEMP* (mg / m ³)	Fractions*	Gaz***
MIG sur acier doux standard	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	----
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	
	Cuivre [7440-50-8], fumées de (exprimés en Cu)	0,2	Pt	
	Cuivre [7440-50-8], poussières et brouillards de (exprimés en Cu)	1	Pt	
MIG sur aluminium	Aluminium et ses composés	5	Pr	Ozone et dioxyde d'azote
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	
MIG sur acier inoxydable	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	Ozone
	Chrome, métal [7440-47-3]	0,5	Pi	
	Chrome III, composés (exprimés en Cr)	0,5	Pt	
	Chrome VI, composés inorganiques hydro-insolubles (exprimés en Cr)	0,001	Pt	
	Chrome VI, composés inorganiques hydrosolubles (exprimés en Cr)	0,05**	Pt	
	Nickel et composés inorganiques [7440-02-0]			
	Métal	1,5	Pi	
	Composés insolubles (exprimés en Ni)	0,2	Pi	
	Composés solubles (exprimés en Ni)	0,1	Pi	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	



MAG avec plus de 5 % CO₂ dans gaz protecteur	Mêmes métaux que précédemment dépendant du métal soudé			Monoxyde de carbone
TIG sur acier doux standard	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	----
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	
TIG sur aluminium	Aluminium et ses composés	5	Pr	Ozone et dioxyde d'azote
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	
TIG sur acier inoxydable	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	Ozone
	Chrome, métal [7440-47-3]	0,5	Pi	
	Chrome III, composés (exprimés en Cr)	0,5	Pt	
	Chrome VI, composés inorganiques hydro-insolubles (exprimés en Cr)	0,001	Pt	
	Chrome VI, composés inorganiques hydrosolubles (exprimés en Cr)	0,05**	Pt	
	Nickel et composés inorganiques [7440-02-0]			
	Métal	1,5	Pi	
	Composés insolubles (exprimés en Ni)	0,2	Pi	
	Composés solubles (exprimés en Ni)	0,1	Pi	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et	0,05	Pr	
Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi		
Procédé sur acier galvanisé	Fumées de soudage (non autrement classifiées)	5	Pt	
	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	
	Zinc, oxyde de [1314-13-2]	2 (VECD 10)	Pr	
		0,05	Pr	



	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,2	Pi	
SMAW sur acier doux	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,05	Pr	
		0,2	Pi	
FCAW	Fumées de soudage (non autrement classifiées)	5	Pt	
	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1]	5	Pt	
	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] et Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5]	0,05	Pr	
		0,2	Pi	

* Les valeurs et fractions sont celles en vigueur dans le RSST en date du 30 janvier 2025.

** Le décret 2409-F Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail [16] indique qu'à partir du 1^{er} mars 2026, la VEMP des Cr VI hydrosolubles sera de 0,005 mg/m³.

*** Avant d'échantillonner des gaz, communiquez avec le Service des laboratoires de l'IRSST pour connaître les particularités techniques.



Note sur l'échantillonnage des fumées de soudage totales :

Pour les fumées de soudage, la fiche *Gaz et fumées de soudage et de coupage* du Reptox [17] mentionne que la norme pour les fumées de soudage non classifiées autrement ne s'applique que lorsque celles-ci ne sont pas « susceptibles de contenir des éléments toxiques particuliers ».

Le *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail* publié par l'IRSST [18] précise que :

« l'évolution à la baisse des VEA pour les métaux (p. ex. manganèse) jumelée à la sophistication des méthodes améliorant la spécificité et la sensibilité des méthodes, notamment grâce à l'utilisation de l'ICP-MS, ont contribué à rendre de moins en moins utile, dans un contexte d'hygiène du travail, l'utilisation de la mesure gravimétrique liée à la VEMP de 5 mg/m³. À ce titre, l'ACGIH mentionnait jusqu'en 2003 que les conclusions basées sur une concentration totale de particules étaient généralement adéquates seulement si aucun matériau toxique n'était utilisé dans le procédé de soudage. Or, cette affirmation relevait de l'exception et cette valeur limite a été abandonnée par l'ACGIH en 2004 ».

Ainsi, bien que l'évaluation des fumées de soudage totales puisse être pertinente pour les procédés qui émettent beaucoup de fumées, l'évaluation individuelle des métaux s'avère plus pertinente et devrait être favorisée.

Note sur l'échantillonnage du manganèse :

Les informations suivantes sont issues de la documentation de l'ACGIH sur le manganèse [19].

- Les particules qui se déposent dans les voies respiratoires supérieures et thoraciques, éliminées principalement par la clairance mucociliaire, sont avalées dans le système digestif où l'absorption du manganèse est de l'ordre de 3-5 % seulement.
- Une certaine absorption du manganèse a lieu dans les voies respiratoires supérieures par transport direct au système nerveux central, via le nerf olfactif. Les particules de la fraction respirable sont les plus susceptibles d'être en cause dans ce phénomène, mais le rôle de particules solubles plus grosses ne peut pas être exclu.
- Pratiquement tout le manganèse est absorbé par le corps dans la région alvéolaire des poumons. Les particules les plus problématiques sont donc celles de la fraction respirable (< 4 µm).
- Les particules présentes dans les fumées de soudage mesurent généralement moins de 4 µm de diamètre et sont donc principalement retrouvées dans la fraction respirable. Les particules émises par le meulage ont généralement un diamètre supérieur à 4 µm.
- **L'évaluation de l'exposition au manganèse dans les fumées de soudage devrait donc être effectuée en priorité dans la fraction respirable.**
- Pour les cas où il est estimé que beaucoup de particules, ayant un diamètre supérieur à 4 µm, peuvent être présentes (par exemple un soudeur qui ferait beaucoup de meulage), l'évaluation de la fraction inhalable est aussi recommandée. Par contre, si une évaluation du manganèse dans la fraction inhalable est effectuée, celle-ci devrait être **en addition** à une évaluation du manganèse dans la fraction respirable.



Note sur l'échantillonnage du chrome [20] [21] [22] :

- En milieu de travail, une vaste gamme de composés de chrome peut être rencontrée. Les plus communs des composés étant :
 - les composés de degré d'oxydation 0, qui correspondent au RSST à « Chrome, métal ».
 - les composés de degré d'oxydation +3, qui correspondent au RSST à « Chrome III, composés ».
 - les composés de degré d'oxydation +6, qui correspondent au RSST à « Chrome VI, composés inorganiques hydrosolubles » et « Chrome VI, composés inorganiques hydro-insolubles ».
- Le soudage forme un mélange complexe d'oxydes de chrome de différents degrés d'oxydation qui vont être mélangés à des complexes intermétalliques.
- Des concentrations importantes de composés de chrome VI peuvent être générées par les opérations de soudage et de coupage sur l'acier inoxydable, même si le chrome présent originalement dans le métal d'apport et de base n'est pas sous la forme hexavalente. De plus, la formation de chrome VI est accentuée en présence de températures élevées (SMAW, MIG/MAG, TIG, soudage à l'arc au plasma [PAW]) et en présence d'oxygène ou de gaz oxydants.
- Stratégie recommandée :
 - Il est possible de procéder d'abord par l'échantillonnage du chrome total en Pt en analysant d'autres métaux simultanément (fer et cuivre) sur une même cassette pour une première évaluation de l'exposition des travailleurs. Un résultat en chrome total supérieur à 0,05 mg/m³ nécessitera un 2^e échantillonnage spécifique pour le Cr VI, ce qui peut s'avérer coûteux en temps et en ressources humaines.
 - En présence d'acier inoxydable, il est préférable de procéder directement à une mesure du Cr VI.
 - Lorsqu'une intervention révèle un dépassement de norme pour un autre contaminant dans les fumées de soudage (ex. : manganèse), il est recommandé d'attendre la mise en place des moyens efficaces de réduction avant de procéder aux mesures de l'exposition au Cr VI chez les travailleurs.
 - En présence d'un groupe homogène, si possible, sélectionnez davantage de travailleurs si le nombre le permet pour la mesure du Cr VI, spécifiquement.

3.2.1 Particularité pour les espaces clos

Le soudage en espace clos, restreint ou mal ventilé peut augmenter la concentration de métaux dans l'air. Dans ce cas, des métaux présents en plus faible proportion dans les fiches techniques du matériel d'apport ou du métal de base pourraient devenir pertinents à échantillonner.

⁶ Le décret 2409-F Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail [16] indique qu'à partir du 1^{er} mars 2026, la VEMP des Cr VI hydrosolubles sera de 0,005 mg/m³.



3.3 Méthodes d'échantillonnage

3.3.1 Échantillonnage des métaux

- Privilégier les dispositifs d'échantillonnage permettant l'installation sous le casque (échantillonneur multifraction jetable cassettes avec filtres ECM 25 mm, impacteur parallèle ou Cassette et filtre ECM 25 mm, 5 µm, inhalable jetable) puisque ceci est plus représentatif de l'exposition du soudeur [23] [24] [25]. Les photos présentées à [l'annexe 6](#) illustrent différentes façons d'installer les dispositifs d'échantillonnage sous le casque.
- Privilégier l'utilisation des Filtres ECM Solu-Sert pour l'échantillonnage des poussières totales comme recommandé dans l'infoLABO n° 2018-11 [26].
- Lorsque des métaux en fraction respirable et inhalable doivent être analysés, utiliser les nouveaux échantillonneurs multifraction [27].
- Les Filtres CPV-37mm, 5 µm avec enceinte prépesée Accu-Cap sont à privilégier dans le cas des fumées de soudage non classées autrement même si le diamètre est plus grand, car la perte d'échantillon sur la paroi est moindre.
- Il faut s'assurer que le dispositif reste bien en place même si le soudeur lève sa visière ou retire son casque entre les opérations de soudage. On doit aussi s'assurer que le tube n'est pas plié ou coincé lorsque la visière est relevée. Cette situation pourrait mener à un arrêt de la pompe d'échantillonnage si la circulation de l'air dans le tube est compromise.
- Lorsque le dispositif ne peut être installé sous le casque du soudeur ou que ce dernier refuse que le dispositif soit installé sous son casque, le dispositif peut être installé à l'extérieur, mais dans la zone respiratoire du soudeur. Il faudra cependant le mentionner dans le rapport puisque la littérature montre que l'exposition du soudeur peut être soit surestimée ou sous-estimée lorsque l'échantillonnage est fait à l'extérieur du casque [28]. Il est donc important de noter tous les facteurs qui peuvent influencer l'exposition (position du soudeur par rapport au panache, aspiration à la source, ventilation générale, volume de la salle où s'effectue le soudage, etc.).
- Lorsqu'un APR est utilisé par le soudeur, il faut mettre le dispositif d'échantillonnage à l'extérieur de l'APR, mais toujours dans la zone respiratoire.
- Les méthodes et dispositifs d'échantillonnage sont décrits dans les Fiches des substances [29] du Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail [18]. Le [tableau 2](#) présente les principaux dispositifs d'échantillonnage disponibles à l'IRSST en fonction de la fraction granulométrique.



Tableau 2 : Méthodes et dispositifs d'échantillonnage disponibles en fonction de la fraction à analyser

Composante	Méthode	Matériel	Paramètres	Notes
Poussières totales (Pt)	IRSST-394	Filtre ECM Solu-sert 25 mm*, 0,8 µm (IRSST 990)	Débit 1,5 L/min ; Volume suggéré 180 L [26]	Pas d'analyse gravimétrique, donc les fumées de soudage totales ne peuvent pas être analysées. Évite une sous-estimation de l'exposition due à la perte d'échantillon sur la paroi. Se place sous le casque. * L'analyse du Baryum ou du Béryllium est spécifique et l'échantillonnage doit se faire séparément des autres métaux.
	IRSST-48-1	Filtre PVC 25 mm*, prépesé, 0.5 µm (IRSST 914)	Débit 1,5 L/min ; Volume suggéré 180 L	Analyse gravimétrique possible. Perte d'échantillon sur les parois qui peut amener une sous-estimation de l'exposition. Se place sous le casque.
	IRSST-48-1	Filtre CPV-37mm, 5µm avec enceinte prépesé (Accu-Cap)	Débit 1,5 L/min ; Volume suggéré 180 L	Analyse gravimétrique possible. L'enceinte Accu-Cap évite la perte d'échantillon sur les parois. Pour analyser les fumées de soudage totales seulement. L'analyse des métaux n'est pas possible.
Poussières inhalables (Pi)	IRSST-418	Cassette DIS (type IOM) et filtre ECM 25 mm, 5 µm, inhalable jetable (IRSST 948)	Débit 2 L/min ; Volume suggéré 240 L [30]	Pas d'analyse gravimétrique possible. Se place sous le casque.
	IRSST-973	Cassette DIS (type IOM) et filtre CPV prépesé 25 mm, 5 µm (IRSST 922)	Débit 2 L/min ; Volume suggéré 400 L	Analyse gravimétrique possible. Se place sous le casque
Poussières respirables (Pr)	IRSST-362	Impacteur respirable (PPI) ECM 37 mm prépesé, 0.8 µm (IRSST 941)	Débit 2 L/min ; Volume suggéré 480 L [31]	Analyse gravimétrique possible. Dispositif moins encombrant pouvant être placé sous le casque du soudeur.
	IRSST-394	Filtre ECM Solu-sert 25 mm* (IRSST 990) avec cyclone en nylon Dorr-Oliver	Débit 1,7 L/min ; Volume suggéré 480 L	Dispositif ne pouvant être placé sous le casque du soudeur. Ne permet pas la mesure gravimétrique. Évite la perte d'échantillon.



Poussières inhalables (Pi) et Poussières respirables (Pr)	IRSST-423	Échantillonneur multifraction jetable en ECM 25mm, 5µm (DRS) (IRSST 949)	Débit 2 L/min ; Volume suggéré 240 L [27]	Pas d'analyse gravimétrique possible. Permet l'analyse des Pi et Pr simultanément. Se place sous le casque.
Chrome VI, composés inorganiques hydrosolubles ou hydro-insolubles	IRSST-365	Filtre de quartz 25 mm dans une cassette à bout conique (IRSST 976)	Débit 1,5 à 4 L/min ; Volume suggéré 360 L [32]	Échantillonnage et analyse spécifiques. Se place sous le casque.

* Aussi disponible en 37 mm. À ce moment-là, il sera plus difficile d'installer le dispositif sous le casque.



3.3.2 Évaluation des poussières de meulage

Les particules émises par le meulage ne correspondent pas à la définition de fumée [33]. Ces particules ne doivent donc pas être comparées à la norme pour les fumées de soudage non classifiées autrement.

Toutefois, elles ne peuvent pas non plus être comparées à la norme pour les poussières non classifiées autrement (PNCA). En effet, selon la définition des PNCA au RSST [1], celles-ci correspondent à des contaminants dont « la toxicité est faible et aucun effet autre que la surcharge pulmonaire ou l'irritation mécanique n'est observé », ce qui n'est pas applicable aux métaux qui composent les poussières de meulage. Ainsi, pour le meulage, comme pour le soudage, l'analyse des métaux puis la comparaison aux normes d'exposition de ces métaux doivent être effectuées.

La plupart des métaux rencontrés dans les fumées de soudage/brasage ou dans les poussières de meulage et qui sont réglementés à l'annexe I du RSST ont une norme qui s'applique autant aux fumées qu'aux poussières. Ainsi, peu importe de quel procédé provient le métal évalué, la norme d'exposition demeure la même.

En date du 14 mars 2024, le cuivre est un des seuls métaux à avoir une norme différente pour les fumées et pour les poussières. L'idéal est donc de pouvoir utiliser des cassettes d'échantillonnage différentes pour le soudage et le meulage, mais cette façon de faire peut être complexe pour l'intervenant en hygiène, surtout si le travailleur passe rapidement d'une tâche à l'autre. Si la même cassette d'échantillonnage est utilisée pour les activités de soudage et de meulage, une estimation du pourcentage de temps passé pour chaque tâche pourra être appliquée au résultat total de métal. Toutefois, cette stratégie doit être prise avec prudence puisque l'exposition n'est pas nécessairement la même pour chaque procédé (lié à la taille des particules, à l'émission du procédé, à la captation en place pour chaque procédé, à la technique de travail, etc.). Il est également possible de simplement comparer le résultat obtenu à la plus sévère des deux normes, soit 0,2 mg/m³ pour les fumées de cuivre, en particules totales (Pt). L'utilisation de cette stratégie est utile dans un contexte de prévention, mais peut être plus complexe à utiliser dans un contexte de signalement s'il n'y a pas de dépassement de norme pour un autre contaminant.

Finalement, pour les métaux réglementés dans plusieurs fractions granulométriques (par exemple en particules de la fraction respirable [Pr] et de la fraction inhalable [Pi] de l'aérosol), l'évaluation de la fraction inhalable devrait également être envisagée lorsque les soudeurs font beaucoup de meulage.

Note sur l'utilisation de la norme pour le trioxyde de fer lors des activités de meulage [34] [35] [36] :

Lors du meulage sur l'acier, les conditions sont réunies pour provoquer la formation de trioxyde de fer. À l'heure actuelle, la forme chimique du fer à considérer lors du meulage serait donc le trioxyde de fer.



3.4 Stratégie d'échantillonnage

Le choix de la stratégie d'échantillonnage dépendra de plusieurs facteurs, notamment :

- Les métaux à évaluer (réf. section 3.2) ;
- La ou les méthode(s) d'échantillonnage requise(s) (réf. section 3.3) ;
- Le nombre de pompe(s) d'échantillonnage requise(s) ;
- Le nombre de pompe(s) qui sera porté par chaque soudeur (d'un point de vue de la faisabilité technique, le nombre de dispositifs d'échantillonnage pouvant être installés sous la visière d'un soudeur est limité à 2) ;
- Le nombre de soudeur(s) à évaluer ;
- La proximité physique des soudeurs à évaluer (des postes de travail éloignés les uns des autres rendent les observations difficiles) ;
- Le type de travail (tâches, procédé, métaux de base et d'apport, pièces soudées, etc.) effectué par chaque soudeur à évaluer ;
- La technique de travail (utilisation adéquate de la captation, positionnement hors du panache de fumée, etc.) de chaque soudeur à évaluer ;
- La variabilité du travail effectué au cours d'une même journée ou d'une journée à l'autre ;
- La disponibilité de l'intervenant en hygiène pour effectuer plusieurs journées d'échantillonnage dans l'entreprise ;
- La disponibilité, en même temps, de plusieurs intervenants en hygiène pour un échantillonnage complexe.

Cinq stratégies d'échantillonnage des fumées de soudage sont proposées aux pages suivantes. Chaque stratégie présente ses propres avantages et inconvénients et il revient à l'intervenant d'utiliser son jugement professionnel pour déterminer quelle stratégie convient le mieux à la situation particulière qu'il doit évaluer. De plus, au besoin, les stratégies peuvent être combinées et, dans certaines situations, la stratégie d'échantillonnage appliquée à chaque soudeur d'un établissement pourrait être différente.

La [figure 3](#) (Algorithme décisionnel) et les tableaux 3 et 4 peuvent aider dans le choix de la stratégie la plus appropriée, mais **le nombre de méthodes d'échantillonnage requis doit d'abord avoir été déterminé** (réf. à la section 3.3).








Les exemples présentés pour les cinq stratégies d'échantillonnage sont basés sur la même mise en situation initiale (sauf pour l'exemple numéro 2 de la stratégie E). Le recours à l'une ou l'autre des stratégies d'échantillonnage dépendra ensuite des particularités propres au milieu de travail évalué.

Mise en situation :

1. L'enquête préliminaire a permis de déterminer qu'un échantillonnage des fumées de soudage doit être réalisé. Les conditions de production sont les suivantes : soudage MIG sur acier inoxydable effectué plus de 6 heures par jour et utilisation irrégulière du système de captation.
2. Le soudeur est exposé aux métaux suivants : trioxyde de fer, chrome VI, nickel et manganèse.



3. Les méthodes suivantes seraient requises pour dresser un portrait complet de l'exposition : méthode IRSST-365 (chrome VI), méthode IRSST-394 en Pt (trioxyde de fer) et méthode IRSST-423 en Pi et Pr simultanément (nickel et manganèse).

Légende	
	Soudeur 1
	Soudeur 2
	Pompe d'échantillonnage
	Jour 1
	Jour 2
 ou 	Demi-journées

Note sur l'échantillonnage à plusieurs pompes :

Étant donné les changements réglementaires des dernières années, l'élaboration d'une stratégie d'échantillonnage des fumées de soudage en utilisant une seule pompe d'échantillonnage ne fournira qu'une évaluation partielle de l'exposition réelle des travailleurs. Dans la majorité des cas, les soudeurs devront porter deux pompes d'échantillonnage. Voici quelques pistes pour aider l'intervenant avec ce type de situation.

- Expliquer au travailleur le but de l'évaluation et ce qui sera fait. **Éviter de lui demander** s'il accepte de porter deux pompes et simplement le présenter comme un fait. Si le travailleur mentionne de lui-même qu'il hésite ou refuse de porter deux pompes d'échantillonnage :
 - Expliquer que plusieurs contaminants doivent être évalués et que deux pompes sont nécessaires.
 - Préciser que l'échantillonnage ne dure qu'une seule journée et que vous restez disponible pour l'aider s'il ressent de l'inconfort.
 - Solliciter l'aide de l'employeur, du représentant en santé et en sécurité (RSS) ou d'un représentant syndical pour tenter de convaincre le travailleur.
 - Utiliser le dispositif de double pompe disponible en location à l'IRSST. Le dispositif final est d'une grosseur et d'un poids comparables à une pompe SKC PCXR4.
 - En dernier recours, lorsque possible choisir un autre travailleur à évaluer ou changer de stratégie d'échantillonnage (ex. : opter pour la stratégie D).
- Planifier judicieusement sa stratégie d'échantillonnage pour réduire le nombre de pompes requises, par exemple en :
 - utilisant le dispositif DRS de l'IRSST n°949, permettant l'échantillonnage simultané des Pr et des Pi ;
 - ciblant les métaux les plus toxiques et/ou ceux présents en plus grande concentration et/ou ceux avec les normes d'exposition les plus basses ;
 - effectuant un échantillonnage différent sur les différents travailleurs du GES, lorsque possible.



STRATÉGIE A



Note à l'intervenant :

Étant donné les changements réglementaires des dernières années, l'utilisation de la stratégie A ne fournira qu'une évaluation partielle de l'exposition réelle des travailleurs. Celle-ci ne devrait être utilisée que dans des cas exceptionnels, par exemple s'il y a un seul soudeur dans l'entreprise, que celui-ci refuse catégoriquement de porter deux pompes et qu'il n'est pas possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée. Se référer à l'encadré « **Note sur l'échantillonnage à plusieurs pompes** » de la page précédente pour des pistes de solution dans une telle situation.

À utiliser lorsque la situation fait en sorte qu'**une seule pompe d'échantillonnage** peut être utilisée.

Avantages de la stratégie :

- Une seule pompe par soudeur à la fois.
- Une seule journée d'échantillonnage.

Inconvénients :

- Évaluation partielle de l'exposition réelle des travailleurs.
- Pas de possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants (sauf si utilisation du dispositif DRS).
- Calcul des Rm uniquement sur les contaminants réglementés dans la/les fraction(s) granulométrique(s) évaluée(s).

Exemple A :

Il y a un seul soudeur dans l'entreprise, celui-ci refuse catégoriquement de porter deux pompes et il n'est pas possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée.

La stratégie A est appliquée, soit une pompe sur le soudeur durant un jour d'échantillonnage en utilisant la méthode IRSST-423 pour cibler le nickel (en Pi) et le manganèse (en Pr et Pi) (ou en choisissant à la place la méthode IRSST-365 pour le chrome VI). Les résultats obtenus permettront de dresser un portrait sommaire de l'exposition du travailleur et de donner des recommandations de moyens de contrôle à l'employeur.

Idéalement, les stratégies B et/ou D auraient dû pouvoir être utilisées pour permettre de dresser un portrait plus complet de l'exposition du travailleur.

En dernier recours, la stratégie E, bien qu'imparfaite, aurait pu fournir plus d'information sur l'exposition du travailleur que la stratégie A tout en respectant son refus de porter deux pompes et la contrainte liée à la disponibilité de l'intervenant.



STRATÉGIE B



À utiliser lorsque :

- les métaux et méthodes ciblés pour l'évaluation rendent nécessaire l'utilisation de **plusieurs pompes d'échantillonnage**.
- le nombre de pompes requises est limité à 2.

Avantages :

- Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants.
- Une seule journée d'échantillonnage.
- Possibilité de calculer les Rm.

Inconvénients :

- Plus d'une pompe par soudeur à la fois.

Exemple B :

Il y a trois soudeurs dans l'entreprise et ils sont considérés former un groupe d'exposition similaire (GES). Ceux-ci acceptent de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois.

La stratégie B est appliquée à chacun des 3 soudeurs, soit 2 pompes par soudeur sur 1 jour d'échantillonnage, en utilisant les méthodes IRSST-365 (chrome VI) et IRSST-423 (nickel et manganèse). Ces métaux ont été ciblés puisqu'ils ont les normes d'exposition les plus basses.

Alternativement, une combinaison avec les stratégies C, D ou E aurait pu permettre d'ajouter une mesure du trioxyde de fer et ainsi dresser un portrait plus complet de l'exposition.



STRATÉGIE C



À utiliser lorsque les métaux et méthodes ciblés pour l'évaluation rendent nécessaire l'utilisation de **plusieurs pompes d'échantillonnage**.

Avantages :

- Une seule pompe par soudeur à la fois.
- Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants.
- Une seule journée d'échantillonnage.

Inconvénients :

- Nécessite la présence de plus d'un soudeur dans l'entreprise.
- Afin de permettre la comparaison des résultats, nécessite que le travail des soudeurs (tâches, procédé, métaux de base et d'apport, pièces soudées, etc.) soit pratiquement identique.
- Variabilité de l'exposition de chaque soudeur à cause de la technique de travail de chacun (utilisation adéquate de la captation, positionnement hors du panache de fumée, etc.).
- Pas de possibilité de calculer les Rm pour les contaminants mesurés sur des soudeurs différents.



Exemple C : Il y a six soudeurs dans l'entreprise et ils sont considérés former un GES.

Situation 1	Situation 2
Ceux-ci refusent catégoriquement de porter deux pompes et il n'est pas possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée.	Ceux-ci acceptent de porter deux pompes.
La stratégie C est appliquée aux 6 soudeurs présents, soit 1 pompe par méthode par soudeur sur 1 jour d'échantillonnage en utilisant la méthode IRSST-365 (chrome VI) sur les 3 premiers soudeurs et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) sur les 3 autres. Ces métaux ont été ciblés puisqu'ils ont les normes d'exposition les plus basses.	<p>La stratégie C, combinée à la stratégie B, est appliquée aux six soudeurs présents.</p> <p>La méthode IRSST-394 (trioxyde de fer) est utilisée sur les six soudeurs.</p> <p>Ensuite, la méthode IRSST-365 (chrome VI) est utilisée sur les 3 premiers soudeurs et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) sur les 3 autres.</p> <p>La comparaison de la mesure du trioxyde de fer sur tous les soudeurs permettra de déterminer si le niveau d'exposition moyen du GES est similaire.</p>
La documentation du travail des soudeurs par l'intervenant en hygiène sera essentielle à l'interprétation des résultats.	
<p>Idéalement, les stratégies B et/ou D auraient dû pouvoir être utilisées pour permettre de dresser un portrait plus complet de l'exposition des travailleurs.</p> <p>Alternativement, la stratégie E, bien qu'imparfaite, aurait pu fournir plus d'information sur l'exposition des travailleurs (par exemple en ajoutant une mesure du trioxyde de fer) tout en respectant leur refus de porter deux pompes et la contrainte liée à la disponibilité de l'intervenant.</p>	



STRATÉGIE D



À utiliser lorsque :

- Les métaux et méthodes ciblés pour l'évaluation rendent nécessaire l'utilisation de **plusieurs pompes d'échantillonnage**.
- L'intervenant en hygiène est disponible pour effectuer plusieurs journées d'échantillonnage dans la même entreprise.

Avantages :

- Une seule pompe par soudeur à la fois.
- Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants.

Inconvénients :

- Plusieurs journées d'échantillonnage.
- Pas de possibilité de calculer les Rm pour les contaminants mesurés sur des journées différentes.



Exemple D : Il y a trois soudeurs dans l'entreprise.

Situation 1	Situation 2
Ceux-ci refusent catégoriquement de porter deux pompes, mais il est possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée.	Ceux-ci acceptent de porter deux pompes et il est possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée.
La stratégie D est appliquée aux 3 soudeurs présents, soit une pompe par jour par soudeur sur 2 jours d'échantillonnage en utilisant la méthode IRSST-365 (chrome VI) sur les 3 soudeurs le jour 1 et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) sur les 3 soudeurs le jour 2.	<p>La stratégie D, combinée à la stratégie B, sont appliquées aux 3 soudeurs présents.</p> <p>La méthode IRSST-394 (trioxyde de fer) et la méthode IRSST-365 (chrome VI) sont utilisées sur les 3 soudeurs le jour 1 puis la méthode IRSST-394 (trioxyde de fer) et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) sur les 3 soudeurs le jour 2.</p> <p>La comparaison de la mesure du trioxyde de fer sur les 2 jours permettra de déterminer si le niveau d'exposition moyen sur ces 2 journées est similaire.</p>
La documentation du travail des soudeurs par l'intervenant en hygiène sera essentielle à l'interprétation des résultats.	
Alternativement, une combinaison avec les stratégies B (si les travailleurs avaient accepté de porter 2 pompes), C ou E aurait pu permettre d'ajouter une mesure du trioxyde de fer et ainsi dresser un portrait plus complet de l'exposition.	



STRATÉGIE E



À utiliser lorsque :

- Les métaux et méthodes ciblés pour l'évaluation rendent nécessaire l'utilisation de **plusieurs pompes d'échantillonnage**.
- Le nombre de pompes requises peut être élevé (exemple : 3 ou 4, voir l'exemple n°1B) ou limité à 2 (voir les exemples n° 1A et n° 2).

Avantages :

- Une seule pompe par soudeur à la fois (mais possibilité de plus d'une pompe à la fois si plus de deux méthodes sont ciblées [voir l'exemple n° 1B]).
- Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants.
- Une seule journée d'échantillonnage.
- Possibilité d'estimer les expositions quotidiennes moyennes (EQM) et le Rm si les périodes non échantillonnées peuvent être estimées à la concentration moyenne des périodes échantillonnées (si le travail de chaque soudeur est constant au cours de la journée) ou zéro (si l'exposition est nulle pendant une période donnée).

Inconvénients :

- L'échantillonnage de chaque contaminant ne couvre pas la totalité du quart de travail.
- L'estimation de l'exposition lors des périodes non échantillonnées nécessite que les tâches et les conditions environnementales soient constantes dans la journée.
- Difficulté d'utiliser les résultats pour faire un signalement de surexposition à la CNESST étant donné l'estimation de certaines données.



Exemple E1 : Il y a un seul soudeur dans l'entreprise.

Situation 1	Situation 2
Celui-ci refuse catégoriquement de porter deux pompes et il n'est pas possible pour l'intervenant d'y retourner une deuxième journée.	Celui-ci accepte de porter deux pompes.
Le travail du soudeur est constant au cours de la journée.	
<p>La stratégie E est appliquée en utilisant la méthode IRSST-365 (chrome VI) en avant-midi et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) en après-midi. Le travailleur porte donc une seule pompe à la fois.</p> <p>Ces métaux ont été ciblés puisqu'ils ont les normes d'exposition les plus basses.</p>	<p>La stratégie E est appliquée en utilisant la méthode IRSST-365 (chrome VI) en avant-midi, la méthode IRSST-394 (trioxyde de fer) en après-midi et la méthode IRSST-423 (nickel et manganèse) toute la journée. Le travailleur porte donc deux pompes à la fois toute la journée.</p> <p>Le risque de surexposition au manganèse étant plus élevé, il a été estimé par l'intervenant qu'un résultat sur le quart de travail complet pour ce métal faciliterait le signalement à la CNESST.</p>
<p>Les EQM et le Rm seront estimés (périodes non échantillonnées pour chaque contaminant estimé à la moyenne des périodes échantillonnées).</p> <p>La documentation du travail du soudeur par l'intervenant en hygiène sera essentielle à l'interprétation des résultats.</p>	<p>Les EQM pour le chrome VI et le trioxyde de fer ainsi que le Rm seront estimés (périodes non échantillonnées pour chaque contaminant estimé à la moyenne des périodes échantillonnées).</p> <p>Les EQM pour le manganèse et le nickel pourront être calculés (échantillonnage sur le quart de travail complet).</p> <p>La documentation du travail du soudeur par l'intervenant en hygiène sera essentielle à l'interprétation des résultats.</p>



Exemple E2 :

1. L'enquête préliminaire a permis de déterminer qu'un échantillonnage des fumées de soudage serait réalisé. Les conditions de production sont les suivantes :
 - Soudage MIG sur acier doux pendant les trois premières heures du quart de travail avec utilisation non constante du système de captation ;
 - Soudage MIG sur aluminium pendant le reste du quart de travail avec utilisation non constante du système de captation.

2. Le soudeur est exposé aux métaux suivants :
 - Soudage MIG sur acier doux — trioxyde de fer, cuivre et manganèse ;
 - Soudage MIG sur aluminium — aluminium et manganèse.

3. Les méthodes suivantes seraient requises pour dresser un portrait complet de l'exposition :
 - Soudage MIG sur acier doux — méthode IRSST-394 en Pt (trioxyde de fer et cuivre) et méthode IRSST-362 en Pr (manganèse) ;
 - Soudage MIG sur aluminium — méthode IRSST-362 en Pr (aluminium et manganèse).

4. Il y a un seul soudeur dans l'entreprise. Celui-ci accepte de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois.

5. La stratégie E est appliquée. L'échantillonnage requis pour le soudage à MIG sur acier doux sera effectué sur les trois premières heures du quart de travail (méthode IRSST-394 [trioxyde de fer et cuivre] et méthode IRSST-362 [manganèse]), puis l'échantillonnage requis pour le soudage MIG sur aluminium sera effectué sur le reste du quart de travail (méthode IRSST-362 [aluminium et manganèse]).

Si les concentrations des contaminants peuvent être estimées à zéro pour la période où ils n'ont pas été échantillonnés (aluminium pour les trois premières heures, trioxyde de fer et cuivre pour les suivantes), les EQM et le Rm pourront être calculés. De plus, la documentation du travail du soudeur par l'intervenant en hygiène sera essentielle à l'interprétation des résultats.



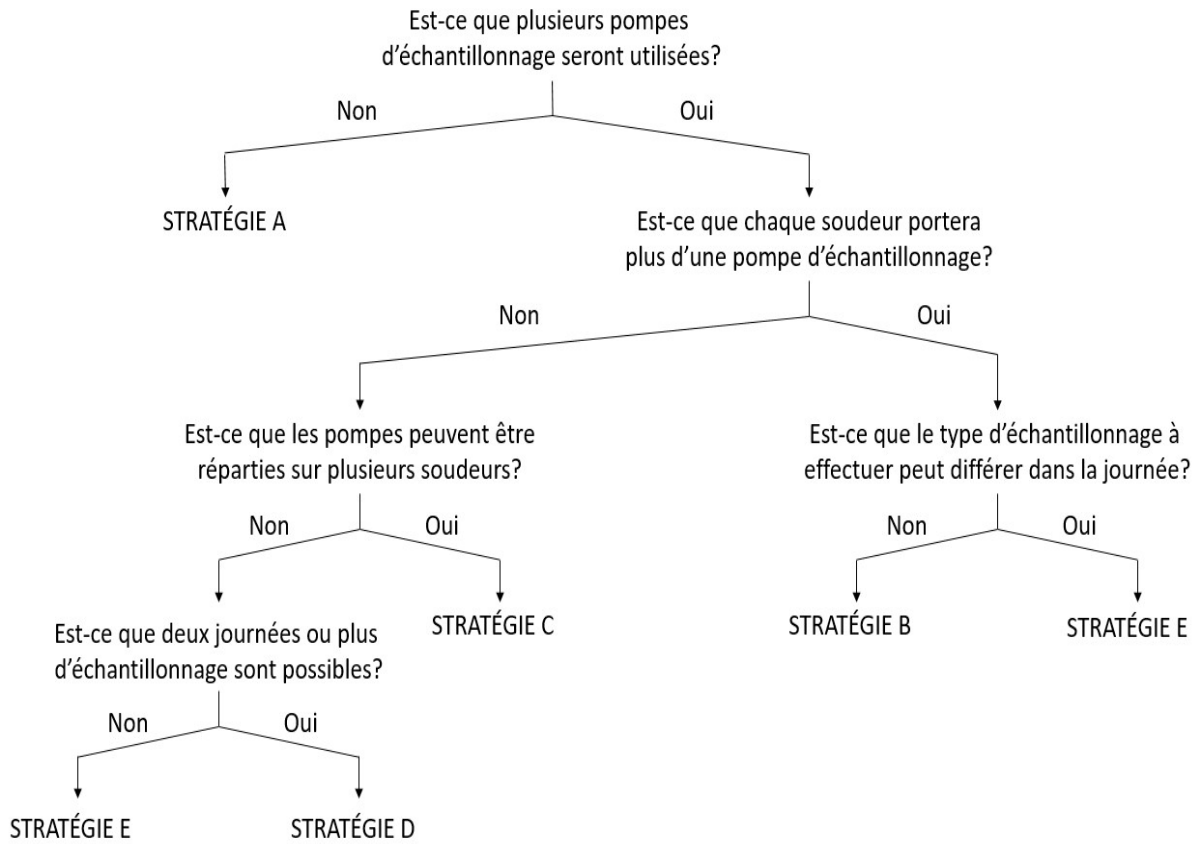


Figure 3 : Algorithme pour le choix de la stratégie d'échantillonnage des fumées de soudage



Tableau 3 : Avantages et inconvénients des stratégies d'échantillonnage pour les fumées de soudage

	Stratégie d'échantillonnage	Avantages	Inconvénients
A		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule pompe par soudeur à la fois. ▪ Une seule journée d'échantillonnage. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation partielle de l'exposition réelle des travailleurs. ▪ Pas de possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants (sauf si utilisation du dispositif DRS). ▪ Calcul des Rm uniquement sur les contaminants réglementés dans la/les fraction(s) granulométrique(s) évaluée(s).
B		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants. ▪ Une seule journée d'échantillonnage. ▪ Possibilité de calculer les Rm. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus d'une pompe par soudeur à la fois.
C		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule pompe par soudeur à la fois. ▪ Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants. ▪ Une seule journée d'échantillonnage. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nécessite la présence de plus d'un soudeur dans l'entreprise. ▪ Nécessite que le travail des soudeurs soit pratiquement identique afin de permettre la comparaison des résultats. ▪ Variabilité de l'exposition de chaque soudeur à cause de la technique de travail de chacun. ▪ Pas de possibilité de calculer les Rm pour les contaminants mesurés sur des soudeurs différents.
D		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule pompe par soudeur à la fois. ▪ Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plusieurs journées d'échantillonnage. ▪ Pas de possibilité de calculer les Rm pour les contaminants mesurés sur des journées différentes.
E		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule pompe par soudeur à la fois (mais possibilité de plus d'une pompe à la fois si plus de deux méthodes sont ciblées). ▪ Possibilité de mesurer plusieurs fractions granulométriques et/ou contaminants. ▪ Une seule journée d'échantillonnage. ▪ Possibilité d'estimer les EQM et le Rm. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'échantillonnage de chaque contaminant ne couvre pas la totalité du quart de travail. ▪ L'estimation de l'exposition lors des périodes non échantillonnées nécessite que les tâches et les conditions environnementales soient constantes dans la journée. ▪ Difficulté d'utiliser les résultats pour faire un signalement de surexposition à la CNESST, étant donné l'estimation de certaines données.



Tableau 4 : Stratégies d'échantillonnage possibles pour les fumées de soudage en fonction
du nombre de méthodes d'échantillonnage requises

Nombre de méthodes d'échantillonnage requises (réf. section 3.3)	Stratégies d'échantillonnage possibles	Remarques
1	A	Devrait être utilisé seulement dans des cas exceptionnels où une seule pompe d'échantillonnage peut être utilisée.
2	B	Les soudeurs doivent accepter de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois.
	C	Afin de permettre la comparaison des résultats, le travail des soudeurs devrait être pratiquement identique.
	D	L'intervenant en hygiène doit être disponible pour effectuer plusieurs journées d'échantillonnage dans la même entreprise.
	E	Le travail de chaque soudeur doit être constant au cours de la journée OU Le travail de chaque soudeur est assez différent au cours de la journée que le type d'échantillonnage à effectuer diffère selon les périodes.
≥ 3	Combinaison B et C	Les soudeurs doivent accepter de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois. Afin de permettre la comparaison des résultats, le travail des soudeurs devrait être pratiquement identique. Par exemple, les Pt et les [Pi + Pr] échantillonnées sur le soudeur 1 et le chrome VI échantillonné sur le soudeur 2.
	Combinaison B et D	Les soudeurs doivent accepter de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois. L'intervenant en hygiène doit être disponible pour effectuer plusieurs journées d'échantillonnage dans la même entreprise. Par exemple, les Pt et les [Pi + Pr] échantillonnées au jour 1 et le chrome VI échantillonné au jour 2 sur le même soudeur.
	E	Les soudeurs doivent accepter de porter deux pompes d'échantillonnage à la fois. Le travail de chaque soudeur doit être constant au cours de la journée OU Le travail de chaque soudeur est assez différent au cours de la journée que le type d'échantillonnage à effectuer diffère selon les périodes.



3.5 Observations à noter lors de l'échantillonnage

Lors de l'échantillonnage, plusieurs informations doivent être notées par l'intervenant pour bien documenter la situation.

Voici les principaux points à documenter :

- Nombre de soudeur(s)
- Procédés de soudage utilisés par chaque soudeur
- Temps de soudage
- Temps de meulage
- Dimension des pièces à souder
- Métaux de base
- Métaux d'apport et flux
 - Pour fil électrode, baguette ou flux : obtenir la fiche signalétique et la quantité utilisée par jour
- Composition des gaz utilisés
- Présence de recouvrement sur la pièce à souder : Peinture, huile, autres
 - Le métal doit être mis à nu et nettoyé avant d'effectuer les travaux. Les solvants chlorés doivent être éloignés des opérations de soudage-coupage (CSA W117 .2-94 art. 4.4.1 et 4.4.2)
- Poste fixe ou mobile
- Position du soudeur
- Position de soudage (à plat, verticale, aérienne)
- Présence de captation à la source
 - Bras de captation
 - Pistolet à poignées aspirantes
 - Table aspirante
 - Utilisation adéquate
 - État de la captation (bris, coude aigu, etc.)
 - Efficacité de la captation
- Présence de ventilation générale
 - Naturelle (portes, fenêtres)
 - Mécanisée (nombre de changements d'air à l'heure)
- Port d'EPI (Équipement de protection individuelle)
 - Type EPI
 - Port d'un APR encadré par un PPR (programme de protection respiratoire)
 - Utilisation adéquate des EPI



- Aire de travail (Dimension en m³)
 - Ouvert
 - Grand espace de travail sans obstacle à la circulation d'air
 - Ouvert aux courants d'air
 - La fumée peut s'échapper facilement
 - Confiné ou clos
 - Petits compartiments accessibles par trou d'homme, ex. : réservoir, chaudières, etc.
 - Les fumées ne peuvent pas s'échapper
 - Limité
 - Espace de travail qui n'est pas ouvert au sens défini ci-dessus
 - La fumée ne peut pas s'échapper facilement
 - Un espace ouvert peut devenir limité lorsque les portes et les fenêtres sont fermées, ex. : par temps froid

3.6 SISAT (Système d'information en santé au travail)

Les demandes se font en passant par SISAT (Voir les guides et documents provinciaux).

Seules les analyses de contaminants ayant des valeurs réglementaires sont disponibles sur SISAT. Il est cependant possible de faire une demande pour que l'analyse soit faite pour une fraction qui n'est pas réglementée (exemple : demander d'analyser le nickel en poussières totales au lieu de poussières respirables). Il faut inscrire manuellement dans la section remarque que l'on désire une analyse en poussières totales. Pour éviter les oublis de la part du service des laboratoires de l'IRSST, il est fortement recommandé de les appeler pour les informer de la demande. Il faut noter qu'il ne sera pas possible d'interpréter les résultats dans SISAT. Il faudra donc annuler l'agresseur pour pouvoir terminer l'intervention.

Échantillons IRSST

	Demande IRSST	Fonction	Agresseurs analysés...	Microbiologie	No témoin	No échantillon	Débit (L/min)	Durée mesure (min)	Pression (kPa)	Temp (°C)	Type de mesure	Date échantillon	Remarques
	33300* (Env.)	Soudeur			9102818	91028156	1,5205	150	kPa		Personnel	2024-04-18	Ajouter analyse de l'aluminium sur cet échantillon
	33300* (Env.)	Soudeur			91028187	91028158	1,525	73					
	33300* (Env.)	Soudeur			91028184	91028161	1,5027	116					
	33300* (Env.)	Soudeur			91028187	91028163	1,4963	137					
	33300* (Env.)	Soudeur			91028187	91028167	1,4913	84					
	33300* (Env.)	Soudeur			91028187	91028173	1,5247	140			Personnel	2024-04-18	

De plus, lorsque le calcul du Rm est fait dans SISAT, les fumées de soudage totales sont incluses dans le calcul par défaut. Il ne faut pas oublier de les retirer de l'analyse en décochant la case. Pour déterminer les métaux à inclure dans le calcul du Rm, veuillez consulter un médecin de votre équipe de santé au travail.



Conclusion

En conclusion, l'échantillonnage des fumées de soudage, bien qu'essentiel, n'est pas toujours la première étape à réaliser lors de l'évaluation des contaminants liés au soudage et aux activités connexes. Avant de procéder à l'échantillonnage, il est primordial d'effectuer une enquête préliminaire afin d'identifier le type de procédé, le matériau soudé, les conditions de travail, les mesures de contrôle existantes et de déterminer la nécessité d'échantillonner.

L'échantillonnage des fumées de soudage doit donc être effectué de manière réfléchie et représentative en tenant compte du contexte spécifique de chaque situation. Par ailleurs, il est important de souligner que la science évolue rapidement et aura des impacts sur plusieurs aspects reliés aux fumées de soudage. Pensons, par exemple, aux connaissances sur les risques à la santé, aux valeurs d'exposition admissibles et aux méthodes d'échantillonnages. Il est donc essentiel de se référer aux sources d'information les plus récentes et les plus fiables, telles que les fiches des substances de l'IRSST, celles du Reptox (répertoire toxicologique de la CNESST) ainsi que les normes en vigueur afin de réaliser une évaluation conforme aux meilleures pratiques et aux exigences réglementaires.

Évidemment, le jugement professionnel demeure indispensable pour garantir des évaluations bien adaptées aux spécificités de chaque contexte de travail. En cas de situations complexes, vous pouvez consulter l'hygiéniste du travail de votre région qui dispose de l'expertise et des ressources nécessaires pour vous soutenir.

Annexes

Annexe 1 — Cueillette de données terrain pour l'évaluation préliminaire

Établissement :	Date :		
Adresse :	Intervenant/e :		
Partie 1. Questions générales sur le procédé et le poste			
Type de soudage :	<input type="checkbox"/> MIG	<input type="checkbox"/> TIG	<input type="checkbox"/> ARCAIR <input type="checkbox"/> Autre :
Si plusieurs types de soudage, indiquez-le % approximatif du temps qu'ils utilisent les différents types de soudage :			
Gaz utilisé et composition :			
Fils ou électrodes utilisés :			
Type :	N ^o :	Diamètre :	
Type :	N ^o :	Diamètre :	
Type :	N ^o :	Diamètre :	
Disponibilité des fiches de données de sécurité pour gaz, électrodes et fils à souder :			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Type de pièce(s) soudée(s) :			
Type de métal de base :			
Métal de base à nu, recouvert de peinture ou d'huile :			
Préparation et nettoyage (solvants, agents dégraissants chlorés, etc.)			
Durée approximative de soudage par jour :			
Nombre de soudeurs :			
L'utilisation et le positionnement de la captation sont-ils adéquats par rapport au soudeur ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Le poste de travail répond-il à la notion de poste fixe ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Les travailleurs portent-ils un APR ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Si oui, quel type ? _____			
Le port d'APR est-il encadré par un PPR ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Est-ce que les essais d'ajustement sont à jour ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
L'APR est-il bien entreposé ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
L'APR est-il bien entretenu ?			<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non



Partie 2. Ventilation

Type de ventilation : N/A Naturelle Mécanique, spécifiez : _____

Nombre de changements d'air à l'heure :

Si présence de pistolet de soudage à captation intégrée, type et nombre :

Si présence de bras de captation, type et nombre :

Si présence de table aspirante, type et nombre :

Évaluation qualitative de l'efficacité du ou des systèmes (observation des fumées) :

Commentaires :

Observation :

- Filtres encrassés/obstrués
- Dispositif de captage rouillé/perforé/fissuré
- Dispositif de captage obstrué/encrassé
- Dispositif de captage modifié (nuisance à l'exécution des tâches)
- Dispositif de captage trop éloigné de la source d'émission
- Vitesse de captage insuffisante au point d'émission ³: _____ mètre(s)/seconde ou _____ pied(s)/minute
- Fuites d'air aux joints de raccordement
- Présence de coudes à angles aigus dans les conduits du dispositif de captage
- Présence inutilement abondante de conduits flexibles
- Conduits du dispositif de captage inutilement trop longs
- Présence de courants d'air transversaux au poste de travail (ex. ventilateurs, ouverture d'une porte, etc.)
- Ajout de dispositifs de captage supplémentaires sans équilibre approprié du débit d'air
- Présence et utilisation adéquate des registres
- Dispositif de captage non fonctionnel
- Apport d'air de compensation insuffisant

Autres observations ou commentaires :



Annexe 2 — Aide à la décision

**MISE EN GARDE : CET OUTIL N'A PAS ÉTÉ VALIDÉ AVEC LES NOUVELLES NORMES DU RSST
ET DOIT ÊTRE UTILISÉ AVEC PRUDENCE.**

Tableau 5 : Critères de pondération pour les 5 éléments relatifs au soudage [2] [37]

Exemple pour quart de 8 heures	Plus de 6 heures	Plus de 2 h 30 heures	Plus de 30 minutes	Moins de 30 minutes
Procédé de soudage				
Soudage à fil fourré (FCAW)	4	4	2	2
Soudage manuel (SMAW)	3	3	1	1
MIG, MAG	2	2	1	0
TIG	1	0	0	0
Par résistance (par point)	0	0	0	0
Matériel de base				
Acier doux	1	1	0	0
Acier inoxydable	2	2	1	1
Acier galvanisé	3	2	1	1
Aluminium	1	1	0	0
Conditions de la zone de soudage				
Espace clos (sinon 0)	2	2	1	1
Sans utilisation constante d'un système de captation efficace (si correct = 0)	1	1	1	0



Tableau 6 : Cote de risque établie à partir de la sommation des critères de pondération

Total	Cote de risque
4 et plus	Risque modéré à élevé
0 à 3	Risque faible

Voici un exemple concret :

Situation dans l'établissement visité	Critère de pondération
Soudage au MIG pendant tout le quart de travail	2
Sur de l'acier doux	1
Dans un espace ouvert	0
Sans système de captation	1
Total de 4 donc risque moyen à élevé	

Un risque modéré à élevé sera considéré pour soutenir l'employeur dans la mise en place des moyens préventifs et procéder, selon la situation, à une évaluation approfondie.



Annexe 4 — Réglementation

Norme CSA W117.2 (règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes)

Les articles **314**, **315** et **316** du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) réfèrent à certains chapitres de la version 1994 de la norme CSA W117.2. Celle-ci définit les lignes directrices en matière de ventilation. Une version plus récente de cette norme est aussi disponible pour consultation sur le site de CSA. Les deux versions de la norme peuvent être empruntées au Centre d'information scientifique et technique de la CNESST (voir plus bas dans cette annexe pour savoir comment accéder gratuitement en ligne). Un bémol toutefois est à considérer, il ne semble pas y avoir eu de mises à jour des lignes directrices en fonction des nouvelles versions de la norme CSA W117.2. En effet, il n'y a aucune exigence de ventilation locale pour l'utilisation de métaux tels que le chrome VI et le manganèse en espace ouvert malgré des dépassements fréquents observés par les intervenants du réseau.

Comment accéder gratuitement aux normes :

⇒ Le Centre d'information scientifique et technique de la CNESST permet d'avoir accès aux normes citées dans la réglementation.

Site : [Centre d'information scientifique et technique de la CNESST \(gouv.qc.ca\)](http://Centre d'information scientifique et technique de la CNESST (gouv.qc.ca)).

Cliquer sur :	
1-	 <p>Trouver des normes</p>
2-	 <p>Normes citées dans la réglementation</p>
3-	 <p>Règlement sur la santé et la sécurité du travail R.R.Q. c S-2.1, r. 13</p>
4— Utiliser la barre de recherche	
	

⇒ Créer un compte sur le site du Groupe CSA.



Annexe 5 — Contaminants possiblement émis par les procédés de soudage, brasage et meulage [2] [6]

Matériaux et gaz utilisés	Contaminant émis	Réglementation RSST	Remarques
Polluants particulaires			
Aluminium (Al)	Aluminium élémentaire Oxyde d'aluminium (Al ₂ O ₃)	Aluminium et ses composés : VEMP 5 mg/m ³ (Pr)	Issu du matériau d'apport et du métal de base lors du soudage/coupage de pièces en Al.
Baryum (Ba)	Composés de baryum (BaCO ₃ , BaF ₂)	Baryum [7440-39-3], composés solubles (exprimés en Ba) : VEMP 0,5 mg/m ³ (Pt)	Issu du soudage avec des électrodes enrobées ou des fils fourrés contenant du Ba. Les fumées émises lors d'utilisation d'électrodes enrobées peuvent contenir environ 40 % de baryum.
Béryllium (Be)	Béryllium élémentaire Oxyde de béryllium (BeO)	Béryllium [7440-41-7], métal et composés (exprimés en Be) : VEMP 0,00015 mg/m ³ (Pt) Notations : C1, RP, EM, S	Issu lors du soudage/coupage de matériaux contenant du Be.
Cadmium (Cd)	Cadmium élémentaire Oxyde de cadmium (CdO)	Cadmium élémentaire et composés (exprimés en Cd) [7440-43-9] : VEMP 0,01 mg/m ³ (Pt) Notations : C2, RP, EM	Issu du matériau d'apport contenant du Cd lors du brasage fort. Issu de matériaux revêtus de Cd lors du soudage/coupage.
Chrome (Cr)	Chrome élémentaire Composés de chrome III Composés de chrome VI	Chrome, métal [7440-47-3] : VEMP 0,5 mg/m ³ (Pi) Chrome III, composés (exprimés en Cr) : VEMP 0,5 mg/m ³ (Pt) Chrome VI, composés inorganiques hydroinsolubles (exprimés en Cr) : VEMP 0,001 mg/m ³ (Pt), notations : C1, RP, EM Chrome VI, composés inorganiques hydrosolubles (exprimés en Cr) : VEMP 0,05 mg/m ³ (Pt), notations : C1, RP, EM, S	Émis en concentration élevée lors d'utilisation d'électrodes enrobées ou de métal de base fortement allié contenant du Cr (exemple : l'acier inoxydable). Issu aussi lors d'utilisation de fils fourrés contenant du Cr.



Cobalt (Co)	Cobalt élémentaire Oxyde de cobalt (CoO)	Cobalt élémentaire et composés inorganiques (exprimés en Co) [7440-48-4] : VEMP 0,02 mg/m ³ (Pi), notations : C3, S(D), S(R)	Issu du soudage/coupage d'alliages contenant du Co.
Cuivre (Cu)	Cuivre élémentaire Oxyde de cuivre (CuO)	Cuivre [7440-50-8], fumées de (exprimées en Cu) : VEMP 0,2 mg/m ³ (Pt) Cuivre [7440-50-8], poussières et brouillards de (exprimés en Cu) : VEMP 1 mg/m ³ (Pt)	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, etc.).
Étain (Sn)	Étain élémentaire Oxyde d'étain (SnO ₂)	Étain et ses composés inorganiques [18282-10-5 ; 21651-19-4], (exprimés en Sn) (excluant le stannane, l'oxyde d'étain et d'indium) [7440-31-5] : VEMP 2 mg/m ³ (Pi)	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, produit d'apport du brasage, etc.).
Fer (Fe)	Fer élémentaire Oxydes de fer (FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄)	Fer, trioxyde de, fumées et poussières (exprimés en Fe) [1309-37-1] : VEMP 5 mg/m ³ (Pt)	Issu du matériau d'apport et du métal de base lors du soudage/coupage de pièces en acier.
Fluorures (F)	Exemples : Fluorure de calcium (CaF ₂) Fluorure de potassium (KF) Fluorure de sodium (NaF), etc.	Fluorures (exprimés en F) : VEMP 2,5 mg/m ³ (Pt)	Issu d'électrodes à enrobage basique ou de fils contenant des fluorures. Les fumées émises lors d'utilisation d'électrodes à enrobage basique peuvent contenir 10 à 20 % de fluorures.
Magnésium (Mg)	Magnésium élémentaire Oxyde de magnésium (MgO)	Magnésium, oxyde de [1309-48-4] : VEMP (10 mg/m ³) (Pi)	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, etc.).
Manganèse (Mn)	Manganèse élémentaire Oxydes de manganèse (MnO, MnO ₂ , Mn ₂ O ₃ , Mn ₃ O ₄)	Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (respirables) [7439-96-5] : VEMP 0,05 mg/m ³ (Pr) Manganèse — Fumées, poussières et composés (exprimés en Mn) (inhalables) [7439-96-5] : VEMP 0,2 mg/m ³ (Pi)	Surtout issu du matériau d'apport. Les fumées émises lors d'utilisation d'électrodes dont l'enrobage possède une teneur élevée en Mn peuvent contenir jusqu'à 40 % de Mn.



Molybdène (Mo)	Molybdène élémentaire Oxyde de molybdène (MoO ₃) [soluble]	Molybdène (exprimé en Mo), Métal [7439-98-7] et composés insolubles : VEMP 10 mg/m ³ (Pi) Métal [7439-98-7] et composés insolubles : VEMP 3 mg/m ³ (Pr) Composés solubles : VEMP 0,5 mg/m ³ (Pr) Notations : C3	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, etc.).
Nickel (Ni)	Nickel élémentaire Oxydes de nickel (NiO [insoluble], NiO ₂ [soluble], Ni ₂ O ₃ [insoluble])	Nickel et composés inorganiques [7440-02-0], Métal : VEMP 1,5 mg/m ³ (Pi) Composés insolubles (exprimés en Ni) : VEMP 0,2 mg/m ³ (Pi), notations : C1, EM, RP Composés solubles (exprimés en Ni) : VEMP 0,1 mg/m ³ (Pi)	Issu du matériau d'apport contenant du Ni et du métal de base lors du soudage/coupage d'acier inoxydable, d'acier galvanisé ou autre alliage de Ni.
Potassium (K)	Oxyde de potassium (K ₂ O)	N/A	Issu de l'enrobage des électrodes.
Plomb (Pb)	Plomb élémentaire Oxydes de plomb	Plomb [7439-92-1] et ses composés inorganiques (exprimés en Pb) : VEMP 0,05 mg/m ³ (Pt) Notations : C3	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, produit d'apport du brasage, etc.).
Sodium (Na)	Oxyde de sodium (Na ₂ O)	N/A	Issu de l'enrobage des électrodes.
Thorium (Th)	Dioxyde de thorium (ThO ₂)	N/A	Issu de l'affûtage/polissage d'électrodes en tungstène thorié (soudage TIG).
Titane (Ti)	Dioxyde de titane (TiO ₂)	Titane, dioxyde de [13463-67-7] : VEMP 10 mg/m ³ (Pt)	Issu de l'enrobage des électrodes ou des électrodes rutilés.
Vanadium (V)	Vanadium élémentaire Pentoxyde de vanadium (V ₂ O ₅)	Vanadium, pentoxyde de (exprimés en V) [1314-62-1] : 0,05 mg/m ³ (Pi) Notations : C3	Issu de matériaux contenant ce métal (ex. : revêtements métalliques, peintures, réparation d'anciennes soudures, etc.).
Zinc (Zn)	Zinc élémentaire Oxyde de zinc (ZnO)	Zinc, oxyde de [1314-13-2] : VEMP 2 mg/m ³ et VECD 10 mg/m ³ (Pr)	Issu du soudage/coupage d'acier galvanisé ou de métaux peints.



Polluants gaz et vapeurs			
Agents dégraissants contenant des hydrocarbures chlorés	Chlorure d'hydrogène (HCl) Phosgène (COCl ₂)	Chlorure d'hydrogène [7647-01-0] : plafond 2 ppm, notations : RP Phosgène [75-44-5] : VEMP 0,1 ppm	Issu de la dégradation thermique ou de l'action des UV sur les agents dégraissants.
Azote (N ₂)	Oxydes d'azote (NO, NO ₂)	Azote, monoxyde d' [10102-43-9] : VEMP 25 ppm Azote, dioxyde d' [10102-44-0] : VEMP 3 ppm, VECD 5 ppm	Issu de l'oxydation de l'azote de l'air à proximité de la flamme ou de l'arc électrique (> 1000 °C).
Colophane	Produits de décomposition thermique : acétone, méthanol, aldéhydes aliphatiques, dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, méthane, éthane, acide abiétique et acides diterpéniques	Colophane, produit de décomposition thermique de baguettes de soudure à âme de colophane : sans valeur d'exposition admissible applicable	Issu de la combustion de la colophane. Présent dans le flux utilisé pour le brasage tendre ou dans les baguettes de soudure à âme décapante de colophane.
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Monoxyde de carbone (CO)	Carbone, monoxyde de [630-08-0] : VEMP 35 ppm, VECD 175 ppm	Issu de la décomposition thermique du CO ₂ lorsque celui-ci est utilisé comme gaz de protection. Le CO est également formé lors de combustion avec apport d'air insuffisant.
Oxygène (O ₂)	Ozone (O ₃)	Ozone [10028-15-6] : Plafond 0,1 ppm Notations : RP	Issu de la photolyse de O ₂ sous l'action des UV, particulièrement lors du soudage de matériaux fortement réfléchissants (ex. : Al).
Revêtements divers (traitements anticorrosion, peintures, lubrifiants, résines, graisses, solvants, etc.)	Selon la composition chimique des revêtements : monoxyde de carbone (CO), formaldéhyde (HCHO), diisocyanate de toluène (TDI), cyanure d'hydrogène (HCN), chlorure d'hydrogène (HCl), benzène (C ₆ H ₆), bisphénol A (BPA), mercure, etc.	Normes diverses au RSST	Émis lors du soudage/coupage.

N/A : Non applicable



Annexe 6 — Illustration de différentes façons d'installation des dispositifs d'échantillonnage



Figure 5 : Avec seulement tubes Tygon simples qui vont vers l'arrière



Figure 6 : Avec seulement tubes Tygon simples qui vont vers l'avant



Figure 7 : Avec seulement un tube Tygon semi-rigide et un tube Tygon simple qui vont vers l'avant



Figure 8 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (casque ouvert)



Figure 9 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (casque fermé)



Figure 10 : Avec un dispositif/support de fixation et deux tubes Tygon simples (vue de dos)

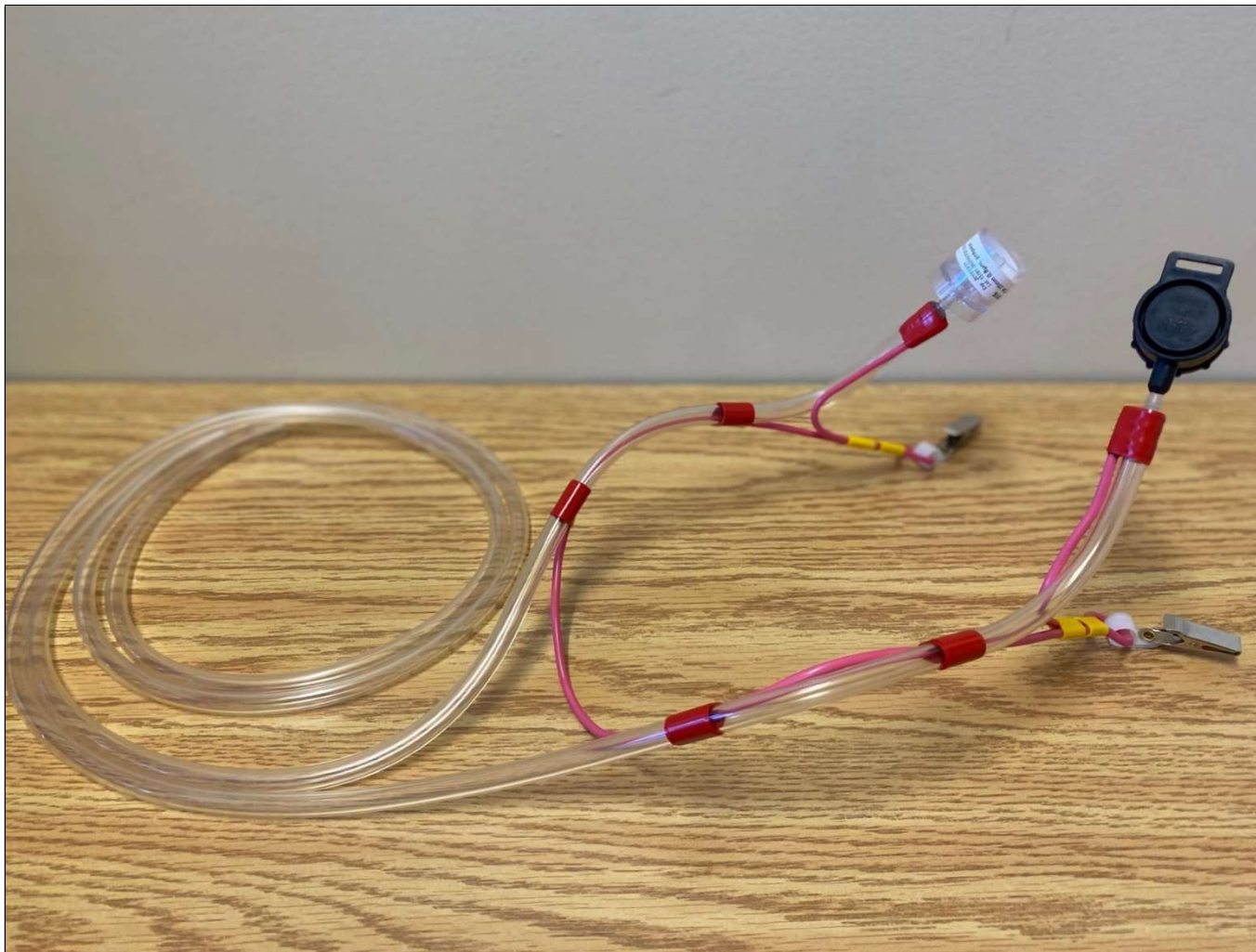


Figure 11 : Le dispositif/support de fixation pour deux cassettes (fil électrique, deux pinces alligators, ruban électrique) inspiré du dispositif pour une cassette utilisée dans la région de Chaudière-Appalaches depuis plusieurs années (vue de côté)



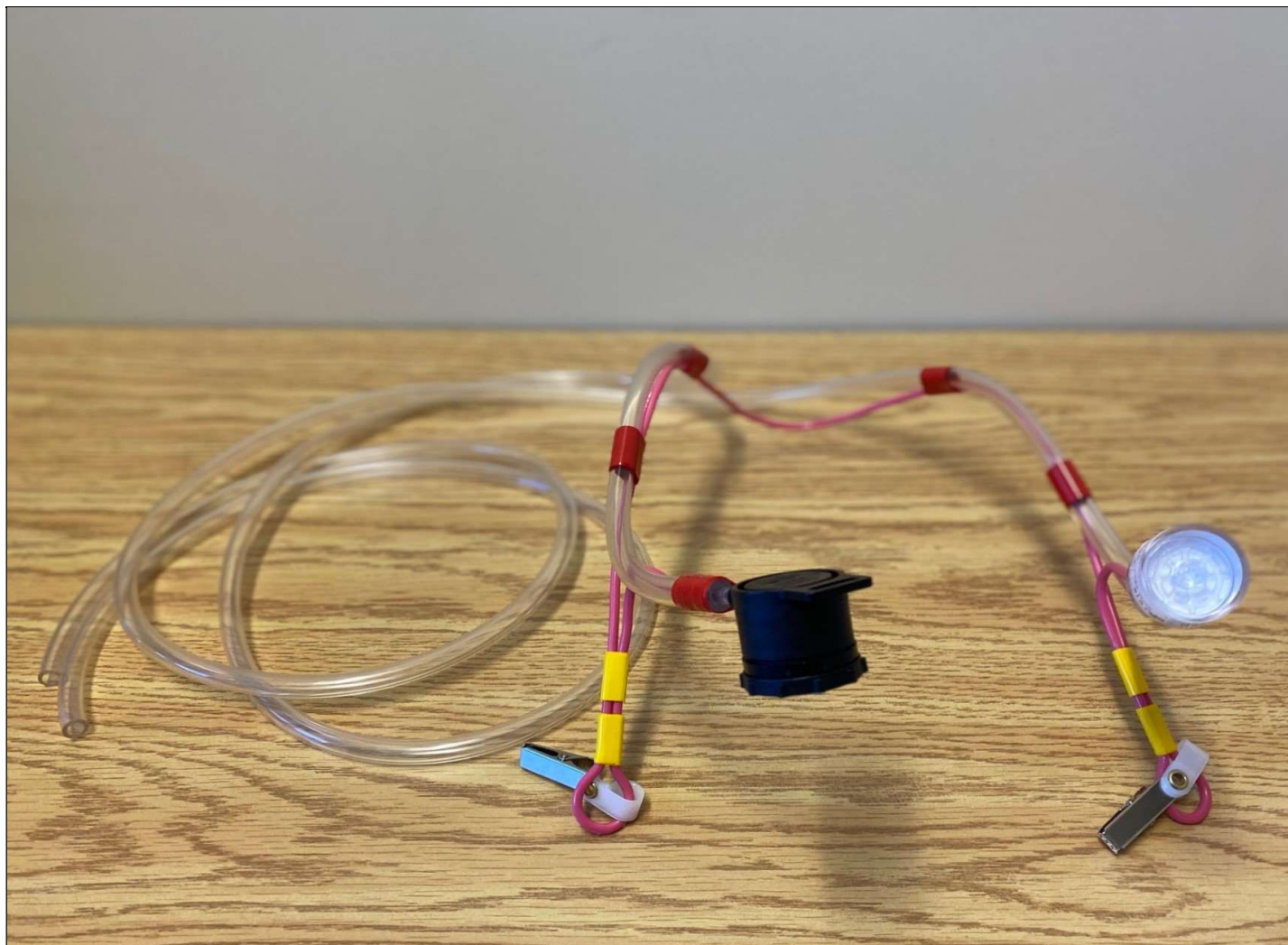


Figure 12 : Le dispositif/support de fixation pour deux cassettes (fil électrique, deux pinces alligators, ruban électrique) inspiré du dispositif pour une cassette utilisée dans la région de Chaudière-Appalaches depuis plusieurs années (vue de devant)



Bibliographie

- [1] Gouvernement du Québec, « Règlement sur la santé et la sécurité du travail, chapitre S-2.1, r. 13, » 1^{er} octobre 2024. [En ligne]. Available : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/rc/S-2.1,%20R.%2013.pdf>.
- [2] C. Larose, Notions à connaître pour intervenir dans un établissement ayant des soudeurs (volet fumées et gaz de soudage ainsi que les poussières de meulage), CIUSSS du Centre-Sud-de l'Île-de-Montréal, 2016, p. 157.
- [3] Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST), « Procédés de soudage et dangers associés », 10 mai 2024. [En ligne]. Available : https://www.cchst.ca/oshanswers/safety_haz/welding/overview.html.
- [4] C. Godin, « Prévention pour le soudage et le coupage », Multiprvention, 2018.
- [5] INRS, « Opération de soudage à l'arc et de coupage, Guide pratique de ventilation, ED 668 », juillet 2010.
- [6] INRS, « Les fumées de soudage et des techniques connexes, ED 6132 », 2018.
- [7] P. Sarazin, B. Bouchra, M. Lévesque, C. Godin et J. Zayed, « Influence des paramètres de soudage à l'arc électrique sur les concentrations de fumées et leurs composantes métalliques_État des connaissances (Rapport n° R-1085) », 2020.
- [8] ANSES, « Travaux exposant aux fumées de soudage à inscrire à la liste des substances, mélanges et procédés cancérigènes, Rapport d'expertise collective », 2022. [En ligne]. Available : <https://www.anses.fr/fr/system/files/VSR2017SA0237Ra-2.pdf>.
- [9] AGS, « Technical Rules for Hazardous Substances, Welding Work, TRGS 528 », *Joint Ministerial Gazette (GMBI)*, n° % 112-13, pp. 236-276, février 2020.
- [10] SYMOP, Guide de mise en œuvre des technologies du soudage-coupage, SYMOP, Éd., 2015, p. 136.
- [11] European Chemicals Agency, « ECHA Scoping Study report for evaluation of limit values for welding fumes and fumes from other processes that generate fume in a similar way at the workplace », ECHA, Helsinki, 2022.
- [12] *Bombardier Aéronautique inc. c. Tribunal administratif du travail*, 2017.
- [13] C. Ouellet et C. Labrecque, « Guide sur la protection respiratoire : mise à jour (Guide n° RG-1123-fr », 2023. [En ligne]. Available : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/RG-1123-fr.pdf>.
- [14] D. Drolet et G. Beauchamps, « Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail : 8e édition, version 8.1, mise à jour, T-06 », 2012. [En ligne]. Available : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/T-06.pdf>.
- [15] AQHSST, Hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque, 2^e éd., Groupe Modulo Inc., 2021, p. 788.
- [16] Gouvernement du Québec, « Règlement modifiant le Règlement sur la santé et la sécurité du travail : Décret 2409-F », *Gazette officielle du Québec*, 28 février 2024.
- [17] CNESST, « Gaz et fumées de soudage et de coupage », [En ligne]. Available : https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=13896.
- [18] IRSST, « Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air, version 8.2, mise à jour, T-06 », 2025.



- [19] ACGIH, « TLV/BEI Guidelines, Documentation and DATA. Manganese, elemental and inorganic compounds », 2025. [En ligne]. Available : <https://www.acgih.org/manganese-elemental-and-inorganic-compounds/> (abonnement requis).
- [20] ACGIH, « TLV/BEI Guidelines, Documentation and Data. Chromium and inorganic compounds, » 2025. [En ligne]. Available : <https://www.acgih.org/chromium-and-inorganic-compounds/> (abonnement requis).
- [21] P. Larivière, C. Ostiguy, G. Perreault et M.- A. Lavoie, « Élaboration d'une stratégie d'échantillonnage et d'analyse pour les principaux procédés produisant ou utilisant des dérivés du chrome hexavalent, notamment les chromates, au Québec, R-251 », 2000. [En ligne]. Available : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-251.pdf?v=2025-01-08>.
- [22] É. Cambron-Goulet et P. Pépin, Guide montréalais de surveillance environnementale et médicale de l'exposition au chrome, D.d.l.s.p. CISSS de la Montérégie-Centre, Éd., 2022, p. 47.
- [23] Y. Cloutier et L. Ménard, « Guide de prélèvement des fumées de soudage, Section 1 : Matières particulaires (fumées totales) », 1986. [En ligne]. Available : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/T-01.pdf?v=2025-01-07>.
- [24] ISO, *ISO 10882-1 : 2024 — Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes — Échantillonnage des particules en suspension et des gaz dans la zone respiratoire des opérateurs*, 2024.
- [25] OSHA, *OSHA Technical Manual (OTM)_SECTION II : Sampling, Measurement Methods and Instruments*, 2014.
- [26] IRSST, *infoLABO n° 2018-11 : Mise en service nouveaux médias pour la détermination des métaux dans l'air*, IRSST, Éd., 2018.
- [27] IRSST, « infoLABO n° 2025-06 : Nouveau dispositif pour le prélèvement simultané des particules de fractions inhalable et respirable : La cassette DRS en esters de cellulose mélangés (ECM) », 2025.
- [28] D. Liu, H. Wong, P. Quinland et P. Blanc, « Welding helmet airborne fume concentrations compared to personal breathing zone sampling », *American Industrial Hygiene Association journal*, vol. 56, n° 13, pp. 280-3, mars 1995.
- [29] IRSST, « Fiches des substances du Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail », [En ligne]. Available : <https://www.irsst.qc.ca/laboratoires/analyses/contaminants-air>.
- [30] IRSST, *infoLABO n° 2023-09 : La cassette inhalable : nouveau média d'échantillonnage pour les métaux de fraction inhalable*, IRSST, Éd., 2023.
- [31] IRSST, *infoLABO n° 2023-05 : L'impacteur parallèle (PPI) 2 L/min : nouveau dispositif de prélèvement pour les particules et les métaux de fraction respirable*, IRSST, Éd., 2023.
- [32] IRSST, *infoLABO n° 2014-06 : Utilisation des résultats de chrome hexavalent (VI) hydro-soluble et hydro-insoluble du laboratoire en lien avec les normes du RSST (MAJ 2017)*, IRSST, Éd., 2014.
- [33] CNESST, « Glossaire, Fumée », [En ligne]. Available : <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/section-glossaire/glossaire/Pages/glossaire.aspx?ChoixLettre=F>.
- [34] B. Jamula, « Temperature measurement analysis in the cutting zone during surface grinding », *Journal of Measurements in Engineering*, vol. 9, n° 12, pp. 106-116, juin 2021.



- [35] A. Col, « Étude de l'oxydation catastrophique de l'acier 304 L : mécanismes et effet d'une prédéformation. Thèse de doctorat », 2016.
- [36] A. Batako, W. Rowe et M. Morgan, « Temperature measurement in high efficiency deep grinding », *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 45, n° 111, pp. 1231-1245, septembre 2005.
- [37] M. Blandin, S. Pachura, D. Magot et J.— P. Staudt, « Un outil d'aide à l'évaluation du risque chimique par inhalation pour l'activité de soudage », *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, vol. 79, n° 12, pp. 147-159, avril 2018.

