



PROCÉDÉS DE SOUDAGE ET PROCÉDÉS CONNEXES

Guide des risques pour la santé
et des mesures de contrôle
des risques

**Procédés de soudage et procédés connexes : Guide des risques
pour la santé et des mesures de contrôle des risques**

Vous pouvez télécharger cette publication en ligne sur le site
canada.ca/publiccentre-EDSC.

Ce document est aussi offert sur demande en médias substituts
(gros caractères, braille, MP3, audio sur DC, fichiers de texte sur DC, DAISY,
ou PDF accessible) en composant le 1 800 O-Canada (1-800-622-6232).
Si vous utilisez un téléscripteur (ATS), composez le 1-800-926-9105.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2019

Pour des renseignements sur les droits de reproduction :
droitdauteur.copyright@HRSDC-RHDCC.gc.ca

PDF

N° de cat. : Em8-30/2019F-PDF
ISBN : 978-0-660-29008-9

EDSC

N° de cat. : LT-195-01-19F

PROCÉDÉS DE SOUDAGE ET PROCÉDÉS CONNEXES

Guide des risques pour la santé et des mesures de contrôle des risques

Mis à jour par

Maryam Tayyab Khan, B. Sc.

Étudiante co-op en hygiène industrielle
Programme du travail d'EDSC – Unité des services techniques

Eva A. Karpinski, M. Sc., ing.

Ingénieure en hygiène industrielle
Programme du travail d'EDSC – Unité des services techniques

Le 28 septembre 2018

Le présent guide technique a été élaboré par le Programme du travail afin d'aider les lieux de travail sous réglementation fédérale à détecter, gérer et réduire l'exposition des employés aux risques liés aux procédés de soudage et aux procédés connexes. Ce document contient des liens vers le *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* et des lignes directrices techniques pertinentes ainsi que de l'information sur l'échantillonnage, des descriptions des effets sur la santé et des mesures de contrôle. Le présent guide a pour but d'aider les délégués officiels nommés par le ministre du Travail à effectuer des inspections et des vérifications de la conformité ainsi que les personnes qualifiées à effectuer des enquêtes sur les risques, à élaborer des programmes de prévention des risques au travail ou à établir des mesures de contrôle; et il peut également servir à fournir des renseignements généraux aux employeurs et aux employés. Le présent guide appuie le mandat du Programme du travail qui consiste à favoriser la création de lieux de travail sécuritaires et sains.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Fumées et gaz de soudage	2
3. Échantillonnage des fumées de soudage	2
4. Effets sur la santé	3
4.1 Agents chimiques	3
4.2 Agents physiques	6
5. Limites d'exposition de référence	7
5.1 Fiche de données de sécurité	7
5.2 Valeur limite d'exposition (VLE®)	8
6. Exigences réglementaires	8
7. Mesures de contrôle	9
8. Ressources supplémentaires	13
9. Références	13

1. Introduction

Le présent guide résume les effets sur la santé associés aux procédés de soudage et les mesures de contrôle qui devraient être utilisées sur les lieux de travail. Il contient également des liens vers les sections applicables du *Threshold Limit Values* (TLVs®) et du [Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail \(RCSST\)](#).

Aux fins du présent guide, le soudage est le procédé industriel permettant de réaliser des soudures pour assembler des métaux. Les procédés connexes sont également associés aux métaux et ils sont semblables en ce qui concerne les dangers créés, ils comprennent le gougeage, la coupe ou le meulage du métal ou toute autre préparation ou finition de celui-ci.

Il existe deux types de soudage : le thermosoudage ou le soudage par fusion et le **soudage par pression**. Le soudage peut être effectué à l'arc électrique, au gaz ou à l'aide de **systèmes thermiques**. Ces procédés requièrent souvent l'utilisation de plusieurs métaux et produits chimiques et peuvent exposer des employés à des agents chimiques sous forme de fumées et de gaz. Pour les soudeurs, les opérations de soudage et de coupage peuvent présenter certains risques pouvant entraîner des blessures physiques temporaires ou permanentes, des effets nocifs à court terme ou à long terme sur la santé, un inconfort, voire même la mort s'ils ne sont pas contrôlés de façon appropriée. Les risques pour la santé associés aux procédés de soudage et aux procédés connexes viennent de l'exposition aux fumées et aux gaz, de la chaleur, du bruit, du rayonnement, ainsi qu'aux stress répétitifs pouvant entraîner des blessures musculosquelettiques telles que les entorses et les foulures.

Voici les types de procédés de soudage les plus courants :

- soudage à l'arc avec électrode enrobée (SMAW)
- soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (GMAW)
- soudage à l'arc avec fil fourré (FCAW)
- soudage à l'arc avec électrode de tungstène (GTAW)
- gougeage au jet de plasma (PAG)
- soudage au jet de plasma (PAW)
- coupage au jet de plasma (PAC)
- soudage à l'arc sous flux en poudre (SAW)
- gougeage à l'arc avec électrode en carbone et jet d'air (ACAG)
- soudage à l'arc avec électrode métallique (MCAW)

Les éléments associés à chaque type de procédé — ce qui inclut le gaz de protection, le type et la taille des électrodes, qu'il s'agisse de soudure manuelle ou mécanique, le courant/tension et le temps de fusion — peuvent influencer de façon importante la quantité de fumées produites et l'exposition des employés aux contaminants. Par exemple, les procédés à l'arc visible utilisant un flux, une tension plus élevée et de plus grandes électrodes produiront davantage de fumées que les procédés de soudage à l'arc avec électrode de tungstène (GTAW) ou de soudage à l'arc sous flux en poudre.

La norme W117.2 de l'Association canadienne de normalisation (CSA), intitulée *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes*¹, fournit des détails sur le soudage et les procédés connexes, l'identification des risques, le fonctionnement et l'entretien de l'équipement ainsi que les stratégies de prévention des risques. Même si cette norme n'est pas mentionnée dans le RCSST, elle demeure une ressource utile pour mieux comprendre les risques associés aux travaux de soudage et aux procédés connexes ainsi que les mesures de contrôle de ces risques.

2. Fumées et gaz de soudage

Les fumées produites pendant le soudage sont constituées de particules solides dont la taille est généralement inférieure à 1,0 µm. Ces particules sont formées par condensation et oxydation du métal vaporisé par l'arc ou les flammes. Elles peuvent former des dépôts dans les zones des poumons où s'effectuent les échanges gazeux. La composition chimique des fumées et des gaz de soudage, ainsi que les risques pour la santé connexes, dépendent des matériaux soudés, du procédé employé ainsi que des baguettes de soudages ou des électrodes utilisées. La concentration des fumées de soudage auxquelles les soudeurs sont exposés dépend du type de procédé de soudage employé, de l'équipement de protection individuel, ainsi que de la position et de la posture du soudeur. En outre, l'environnement de travail, notamment l'emplacement (intérieur ou extérieur), le type et la qualité de la ventilation naturelle et de la ventilation par aspiration mécanique, le degré de confinement du poste de travail, la durée d'exposition ainsi que l'équipement de protection individuel utilisé sont des facteurs importants.

En général, les opérations de soudage sont associées à la production de deux ou de plus de deux substances dangereuses dans l'air ambiant du milieu de travail. Les risques doivent donc être évalués en mesurant chacun des éléments constitutifs et, si ceux-ci ont des effets toxicologiques similaires ou s'il n'y a aucun renseignement indiquant le contraire, leur effet synergique (combiné) devra être envisagé comme une question de première importance. Il est également nécessaire de tenir compte des effets synergiques liés aux facteurs de risque non professionnels, par exemple l'usage de la cigarette. Le tabagisme peut accroître les effets nocifs liés aux risques respiratoires du soudage.

3. Échantillonnage des fumées de soudage

L'échantillonnage des fumées de soudage doit être effectué par du personnel qualifié ayant les connaissances, la formation et l'expérience des techniques d'échantillonnage, des limites d'exposition et des procédés utilisés sur le lieu de travail. La [Ligne directrice canadienne concernant l'échantillonnage professionnel de conformité relatif aux agents chimiques](#) contient de l'information sur les techniques d'échantillonnage des fumées de soudage ainsi que des exemples et des méthodes de calcul². La ligne directrice [Le stress thermique en milieu de travail](#) est aussi une ressource utile pour comprendre les risques associés aux environnements de travail chauds ainsi que les stratégies de prévention³.

Le personnel qualifié qui échantillonne les contaminants de soudage et d'autres risques physiques associés aux procédés de soudage devrait aussi consulter le RCSST. La [Partie X – Substances dangereuses](#)⁴ et la [Partie VII – Niveaux acoustiques](#)⁵ du RCSST sont des ressources utiles qui doivent être consultées aux fins de l'échantillonnage des risques et des fumées de soudage. Ce règlement énonce les exigences relatives aux enquêtes sur les risques, à la sensibilisation et à la formation des employés, aux limites d'exposition et à la mesure de l'exposition.

4. Effets sur la santé

Les risques associés aux procédés de soudage sont attribuables aux substances chimiques et aux agents physiques dangereux. Les dangers chimiques comprennent les fumées et les gaz de métaux et de contaminants, ainsi que les vapeurs organiques qui sont utilisées ou produites dans les procédés de soudage. Les agents physiques comprennent le bruit, le rayonnement et le stress thermique. Chacune de ces catégories de risque est associée à des problèmes de santé spécifiques chez les travailleurs.

La nature du travail effectué dans le cadre des procédés de soudage entraîne des risques ergonomiques. Les procédés qui ne tiennent pas compte de l'ergonomie peuvent entraîner des blessures et des troubles musculosquelettiques chez les employés. Les blessures musculosquelettiques, notamment les entorses et les foulures, peuvent survenir lorsqu'un soudeur travaille dans une position statique malaisée ou en position horizontale en portant un masque protecteur dont le poids est important. L'excès de poids du masque peut entraîner des maux à la nuque du soudeur. Les problèmes de nuque sont également associés à l'utilisation simultanée d'un casque protecteur et d'un masque de soudeur pendant une période prolongée. De plus, la durée et le caractère répété de l'exposition, ainsi que la puissance de l'équipement, peuvent avoir des effets cumulés qui contribuent à l'accroissement du risque de blessure pour les employés. Il est nécessaire d'évaluer l'ergonomie pour tous les procédés de soudage et d'établir des contrôles appropriés.

4.1 Agents chimiques

Le soudage et l'oxycoupage produisent de multiples types de fumées et de gaz métalliques et chimiques, ainsi que des vapeurs organiques qui peuvent avoir des effets spécifiques et additifs sur la santé. Le tableau 1 ci-dessous en résume les effets sur la santé et leurs différentes sources^{6, 7, 8}.

TABLEAU 1 Résumé des effets sur la santé d'une exposition aux fumées, vapeurs et gaz produits et utilisés lors de procédés de soudage

Type	Contaminant	Source ou matériau	Effets sur la santé et symptômes
Fumée	Oxyde de cadmium	Acier inoxydable contenant du cadmium, placage	Cœdème pulmonaire et fibrose, symptômes respiratoires, douleur sous-sternale, maux de tête, douleurs musculaires, nausées et vomissements, perte d'odorat, carcinogène potentiel; effets sur le système respiratoire, les reins et le sang
Gaz	Monoxyde de carbone	Soudage à l'arc avec électrode enrobée de dioxyde de carbone, revêtement d'électrode	Maux de tête, nausées, étourdissements, confusion, mort; symptômes cardiovasculaires et empoisonnement au monoxyde de carbone
Fumée	Chrome (VI)	Acier inoxydable, placage, composition des pigments de chrome, électrode	Cancer des poumons et cancer naso-sinusal; irritation et affection possible des oreilles, des yeux, de la peau, du nez, de la gorge et des poumons; asthme; affection des reins et du foie
Fumée	Cuivre	Revêtement de fil de remplissage, gaine d'électrode utilisée pour le gougeage à l'arc avec électrode en carbone et jet d'air, alliages non ferreux	Fièvre des fondeurs; irritation des yeux, du nez et du pharynx. Dermatitis, goût métallique et anémie
Fumée	Fluorures	Revêtement d'électrode, flux décapants	Troubles des os et des articulations; irritation des yeux, du nez et de la gorge; symptômes gastro-intestinaux; accumulation de liquide dans les poumons et troubles rénaux
Fumée	Oxyde de fer	Tous les procédés de soudage pour acier ou fer	Pneumoconiose, irritation du nez et des poumons, sidérose
Fumée	Oxyde de magnésium	Alliages de magnésium ou d'aluminium	Irritation des yeux et du nez, fièvre des fondeurs; toux et douleurs thoraciques

Type	Contaminant	Source ou matériau	Effets sur la santé et symptômes
Fumée	Manganèse	La plupart des procédés de soudage, acier hautement résistant	Fièvre des fondeurs; troubles du système nerveux central, pneumonie chimique, manganisme, affection des reins et insomnie
Fumée	Nickel	Acier inoxydable, acier à revêtement de nickel, placage	Dermatite, pneumoconiose, cancer des poumons, maladies pulmonaires analogues à l'asthme, irritation du système respiratoire et troubles rénaux
Gaz	Oxyde d'azote	Se forme dans l'arc de soudage	Pneumonie, œdème pulmonaire, bronchite chronique, emphysème, fibrose pulmonaire
Gaz	Ozone	Se forme dans l'arc de soudage	Modification de la fonction pulmonaire, accumulation de liquide dans les poumons, hémorragie et problèmes pulmonaires
Fumée	Oxyde de zinc	Métaux galvanisés et peints	Fièvre des fondeurs
Vapeurs organiques et produits de combustion incomplète	Aldéhydes (comme le formaldéhyde)	Revêtement métallique avec liants et pigments. Solvants de dégraissage	Irritation des yeux et du système respiratoire
Vapeurs organiques et produits de combustion incomplète	Diisocyanates	Métal avec peinture polyuréthane	Irritation des yeux, du nez et de la gorge; sensibilité, asthme et allergies
Vapeurs organiques et produits de combustion incomplète	Phosgène	Métal avec résidus de solvants de dégraissage	Irritation des yeux, du nez et du système respiratoire
Vapeurs organiques et produits de combustion incomplète	Phosphine	Métal avec revêtement antirouille	Irritation des yeux et du système respiratoire; affection des reins

4.2 Agents physiques

1) Surfaces et environnements chauds

Un contact accidentel non protégé avec du métal chauffé causera des brûlures de la peau ou enflammera les vêtements, ce qui causera des brûlures sur une plus grande partie du corps. Les gants et autres vêtements de soudeur doivent être choisis en fonction de leurs propriétés d'isolation des surfaces chaudes.

Les conditions environnementales chaudes au travail peuvent être attribuables à la température de l'air, à la chaleur rayonnante, à l'humidité et aux mouvements de l'air. Il est notoire que les opérations de soudage et de coupage — et tout particulièrement les opérations de coupage au jet de plasma — produisent de la chaleur. Une exposition prolongée à la chaleur en plus de l'activité physique et des vêtements peut augmenter la température interne du corps, et causer des problèmes de santé liés à la chaleur.

Les symptômes les plus courants de la réaction du corps à la chaleur comprennent notamment :

- la transpiration
- la transpiration discontinue
- un rythme cardiaque élevé
- une température interne élevée
- uriner moins qu'à l'habitude
- une urine en faible volume et de couleur sombre
- l'irritabilité
- un manque de coordination
- un manque de jugement

L'exposition excessive et prolongée à un environnement de travail à température élevée peut provoquer des maladies, notamment :

- bouffées de chaleur
- œdème de chaleur
- crampe de chaleur
- épuisement par la chaleur
- syncope de chaleur (perte de conscience)
- coup de chaleur

Certains signes et symptômes généraux des maladies liées à la chaleur comprennent une transpiration excessive, une respiration rapide, une faiblesse, des évanouissements, des maux de tête et de la confusion. Un stress thermique important nécessite des soins médicaux immédiats et des premiers soins, puisqu'il peut entraîner des dommages aux organes ou la mort. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le stress thermique et les maladies et/ou blessures connexes, consulter le document *Le stress thermique dans les lieux de travail* et le diagramme sur le stress causé par la chaleur et le froid³.

2) Bruit

Les procédés de coupage et de gougeage à l'arc avec électrode en carbone et jet d'air, de même que les procédés au jet de plasma, donnent lieu à des niveaux de bruit significativement élevés. Les procédés généraux de soudage et la manipulation physique des métaux produisent également des niveaux de bruit élevés et, dans certains cas, des bruits impulsifs. L'exposition excessive et prolongée des soudeurs au bruit peut provoquer des déficiences auditives dues au bruit ainsi que d'autres effets sur la santé, p. ex. des maladies cardiovasculaires, du stress ou un manque de sommeil⁷. La Partie VII – Niveaux acoustiques du RCSST doit être consultée en guise de référence⁵.

3) Rayonnement

Le jet de plasma émet d'intenses rayonnements ultraviolets, visibles et infrarouges. Les procédés de soudage et de coupage par faisceau laser et par faisceau d'électrons produisent également des rayonnements visibles ou invisibles. Il est essentiel de porter des protecteurs oculaires appropriés pour effectuer des travaux de soudage. Un masque de soudeur conforme aux exigences de la norme CSA Z94.3 offre une protection appropriée des yeux et du visage contre le rayonnement. De plus, chaque fois que la source d'alimentation à haute tension est allumée, les systèmes de faisceau d'électrons peuvent produire des rayons X. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les règlements relatifs au rayonnement, consulter la Partie X — Substances dangereuses du RCSST⁴.

5. Limites d'exposition de référence

5.1 Fiche de données de sécurité

Lors d'une enquête sur les risques pour la santé pouvant être liés au soudage, il est important de tenir compte des fiches de données de sécurité existantes pour tous les métaux, produits chimiques ou substances dangereuses qui sont utilisés dans les opérations de soudage. Les fiches de données de sécurité définissent les risques pour la santé qui sont associés à l'utilisation de ces produits et elles fournissent également des recommandations sur les mesures préventives, notamment les contrôles techniques et l'équipement de protection individuel. Les fiches de données de sécurité indiquent également les limites d'expositions établies par différents organismes de réglementation ainsi que les propriétés physiques et chimiques qui peuvent être utilisées pour contrôler l'exposition dans le lieu de travail.

5.2 Valeur limite d'exposition (VLE®)

Si le RCSST ne précise pas de limite d'exposition, l'employeur doit respecter les limites d'exposition établies dans la plus récente version du livret *Threshold Limit Values (TLVs®) for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices (BEIs®)* de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH®). Les TLVs® et les BEIs® de l'ACGIH® sont cités dans le RCSST, promulgué en vertu de la Partie II du *Code canadien du travail*. Les limites d'expositions de ce livret doivent être utilisées pour surveiller et contrôler l'exposition dans le lieu de travail.

Une publication intitulée *Documentation of the TLVs® and BEIs®* est la publication-source contenant l'évaluation critique des données et des renseignements pertinents sur le plan scientifique ainsi que des références aux sources de documentation sur lesquelles chaque TLV® ou BEI® est fondé. Pour obtenir une explication détaillée de la recherche sur les limites d'exposition et des exigences en cette matière, il est recommandé de consulter la plus récente version de la publication *Documentation of the TLVs® and BEIs®* de l'ACGIH®.

6. Exigences réglementaires

La Partie X — Substances dangereuses du RCSST, s'applique aux produits chimiques et à de nombreux aspects physiques des procédés de soudage au travail. Elle comporte les exigences liées aux enquêtes sur les risques, l'entreposage et la manipulation, la formation des employés et le contrôle des risques. Il est nécessaire de se conformer à l'ensemble des exigences de la Partie X et de s'y référer dans le lieu de travail. Voici quelques exemples de paragraphes pertinents⁴ :

- Partie X, paragraphe 10.17(1) — Les systèmes d'aération installés le 1^{er} janvier 1997 ou après cette date pour contrôler la concentration de substances dangereuses dans l'air doivent être conçus, fabriqués, installés, utilisés et entretenus de manière que :
 - a) d'une part, la concentration de substances dangereuses dans l'air n'excède pas les valeurs et les degrés prévus aux paragraphes 10.19(1) et 10.20(1) et (2);
 - b) d'autre part, ils respectent les normes énoncées :
 - i) soit dans la partie 6 du *Code canadien du bâtiment*;
 - ii) soit dans la dernière publication de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) intitulée *Industrial Ventilation Recommended Practices for Design* et le document qui l'accompagne, intitulé *Industrial Ventilation : A Manual of Recommended Practice for Operation and Maintenance*;
 - iii) soit dans la plus récente version de la norme ANSI Z9.2 intitulée *Fundamentals Governing the Design and Operation of Local Exhaust Systems*.
- Partie X, alinéa 10.18(3)(a) — Il faut s'assurer qu'une personne qualifiée effectue l'inspection, la mise à l'essai et l'entretien du système d'aération en conformité avec les instructions de l'employeur.
- Partie X, alinéa 10.19(1)(a) — L'employé doit être protégé de l'exposition à un agent chimique de l'air dont la concentration est supérieure à la valeur adoptée par l'ACGIH® pour cet agent chimique dans sa publication intitulée *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices*.

Le RCSST, Partie XIX — Programme de prévention des risques, stipule qu'un milieu de travail doit disposer d'un programme de prévention des risques qui prévoit des méthodes et un plan de mise en œuvre, une évaluation des risques, y compris ceux liés à l'ergonomie, des mesures de prévention et une formation des employés⁹.

- Selon l'article 19.5 de la Partie XIX du RCSST, l'employeur, afin de prévenir les risques qui ont été recensés et évalués, doit prendre des mesures de prévention consistant, premièrement, à éliminer le risque, puis à le réduire et, enfin, à fournir un équipement de protection individuel. Dans le cadre des mesures préventives, l'employeur doit également élaborer et mettre en œuvre un programme d'entretien préventif.

7. Mesures de contrôle

Lorsque l'exposition aux fumées et aux gaz de soudage ainsi qu'aux risques physiques est supérieure aux valeurs limites d'exposition (TLVs[®]) et aux limites d'exposition au bruit ou encore lorsque la santé de l'employé fait l'objet d'un risque, l'employeur doit réduire et maintenir l'exposition en-dessous des limites prescrites. Les mesures de contrôle doivent suivre la hiérarchie expliquée dans le RCSST et de multiples contrôles peuvent être utilisés simultanément.

1) Ventilation

Une ventilation adéquate doit être assurée pour tous les procédés de soudage et tous les procédés connexes. La meilleure méthode de contrôle des fumées et des gaz de soudage allie la ventilation avec adduction d'air neuf et la ventilation par aspiration à la source.

a) Ventilation avec adduction d'air neuf

La ventilation avec adduction d'air neuf regroupe des dispositifs de ventilation tels que les ventilateurs-extracteurs de toiture et les ventilateurs muraux. Un système de ventilation avec adduction d'air neuf utilise d'importants volumes d'air pour éliminer tout l'air de la zone et diluer les contaminants jusqu'à ce que leurs concentrations respectives soient inférieures aux limites prescrites. Un tel système permet toutefois la pénétration des contaminants dans la zone de respiration du soudeur avant leur élimination de l'environnement de travail. S'il est utilisé seul, le système de ventilation avec adduction d'air neuf risque de ne pas être adéquat pour maintenir l'exposition des soudeurs aux fumées et aux gaz de soudage en-dessous des limites permises d'exposition professionnelle.

b) Ventilation par extraction à la source

Certains dispositifs de soudage sont fournis avec un dispositif intégré de ventilation par extraction à la source. Un tel dispositif est conçu pour éliminer les fumées et les gaz à proximité de leur point d'origine. D'autres systèmes de ventilation par extraction à la source sont constitués d'une hotte, d'un ventilateur, d'un conduit et d'un épurateur d'air axés sur les tâches. La ventilation par extraction à la source doit être conçue et installée de façon à ce que les fumées et les gaz de soudage ne puissent pas pénétrer dans la zone de respiration du soudeur. Pour les dispositifs fixes avec confinement, le dispositif d'extraction à la source doit être installé de façon à ce que les fumées et les gaz soient éloignés de la zone de respiration du soudeur. L'air extrait à la source peut être éliminé à l'extérieur de l'immeuble ou recyclé après avoir traversé un épurateur d'air.

Il est important de faire remarquer que l'air extrait à la source qui contient des cancérogènes ou d'autres contaminants toxiques ne doit pas être recyclé.

L'employeur doit s'assurer que le système d'épuration de l'air enlève tous les contaminants, y compris les gaz toxiques qui pourraient être produits pendant le procédé de soudage, avant de recycler l'air.

Il y a quatre types de systèmes de ventilation par extraction à la source :

- une table de soudage munie d'une hotte à tirage latéral ou d'une hotte adaptée à la tâche;
- une table à contre-tirage;
- une hotte portative avec conduit flexible;
- un pistolet extracteur de fumée ou un accessoire-pistolet extracteur de fumée avec conduit flexible.

L'efficacité du système de ventilation par extraction à la source dépend de la distance entre la hotte et la source, la vitesse de l'air extrait et la disposition de la hotte. La hotte devrait être conforme aux spécifications établies dans la plus récente version de la publication *Industrial Ventilation* de l'ACGIH®¹⁰. Les hottes doivent être situées le plus près possible des points de soudage afin que les fumées et les gaz de soudage soient saisis à la source.

Il est recommandé de maintenir une vitesse d'écoulement de l'air de 0,5 m/s (100 pi/min) dans l'ensemble du site de soudage. Pour tous les procédés dans lesquels des atmosphères gazeuses entourent les électrodes, une ventilation à plus de 0,5 m/s risquerait d'enlever l'atmosphère gazeuse. Pour les tables de soudage à contre-tirage, la vitesse d'écoulement de l'air doit être suffisamment élevée pour empêcher que les fumées et les gaz produits pendant le soudage ne s'élèvent dans la zone de respiration du soudeur. De plus, le soudeur doit savoir que si les pièces à souder recouvrent une trop grande surface de la hotte à contre-tirage, l'effet d'aspiration sera perdu.

D'autres procédures pratiques de contrôle des fumées et des gaz de soudage sont indiquées dans la norme W117.2 de la CSA. Ces procédures comprennent notamment l'installation d'équipement de ventilation et d'extraction des fumées.

2) Protection des voies respiratoires

Les dispositifs de protection des voies respiratoires doivent être utilisés uniquement lorsque les contrôles techniques tels que la ventilation ne sont pas réalisables pour des raisons techniques ou économiques. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser à la fois un dispositif de ventilation et un équipement de protection des voies respiratoires afin de garantir la protection des soudeurs.

Une formation complète sur la protection des voies respiratoires — formation qui comprend la sélection, les essais d'ajustement, l'entretien et l'inspection — doit être dispensée à tous les soudeurs qui reçoivent et portent des respirateurs. Il est nécessaire de se référer à la norme Z94.4 de la CSA, intitulée *Choix, utilisation et entretien des respirateurs*¹¹. Dans les cas où un air respirable est fourni pour l'utilisation d'un respirateur, cet air doit être conforme aux caractéristiques indiquées dans la plus récente version de la norme Z180.1 de la CSA, intitulée *Air comprimé respirable et systèmes connexes*¹².

Selon cette norme, les programmes de protection des voies respiratoires doivent être constitués des volets suivants :

- rôles et responsabilités;
- évaluation des risques;
- sélection des respirateurs appropriés;
- essais d'ajustement des respirateurs;
- formation;
- utilisation des respirateurs;
- nettoyage, inspection, entretien et rangement des respirateurs;
- surveillance médicale des utilisateurs de respirateurs;
- évaluation des programmes;
- tenue des registres.

Le respirateur doit être d'un type ayant fait l'objet d'une approbation pour l'utilisation envisagée. Il doit également figurer à la *Certified Equipment List* (Liste d'équipement certifié) publiée par le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)¹³. Il existe trois types de respirateurs, définis selon le mode de fonctionnement :

- les respirateurs à adduction d'air pur;
- les respirateurs à épuration d'air;
- les respirateurs mixtes à adduction d'air pur et à épuration d'air.

Les respirateurs à adduction d'air pur fournissent de l'air respirable qui n'est pas touché par les conditions atmosphériques. Dans les respirateurs à épuration d'air, l'air ambiant, avant d'être inhalé, passe par un filtre, une cartouche ou un récipient qui enlève les particules et les gaz. Pour les fumées de soudage, les respirateurs à élimination des particules doivent être munis de filtres à efficacité de 99,97 p. 100 (désignés comme des filtres à efficacité de 100 p. 100 ou filtres de catégorie He).

Les soudeurs qui utilisent seulement des respirateurs à pression négative doivent être rasés de près aux endroits du visage où le masque entre en contact étanche avec la peau. Il n'est pas nécessaire que les soudeurs qui utilisent des respirateurs à pression positive dont le masque n'entre pas en contact étanche avec la peau soient rasés de près.

3) Autre équipement de protection individuel

Outre l'équipement de protection respiratoire, les travailleurs doivent également utiliser d'autres types d'équipement de protection individuel, soit en complément d'autres mesures de contrôle ou séparément, tout en tenant compte du fait qu'il s'agit de la forme de contrôle la moins efficace. Comme il a été mentionné précédemment dans le présent document, pour toutes les opérations de soudage et de coupage, les soudeurs doivent porter des vêtements de protection et un équipement de protection des yeux et du visage qui sont adéquats. Il est possible qu'un dispositif de protection anti-bruit soit nécessaire selon les niveaux de bruit auxquels les soudeurs sont exposés. De plus, il est nécessaire de porter une attention particulière à l'utilisation des écrans afin d'empêcher les répercussions des rayons UV de l'arc de soudage sur les autres travailleurs. Il est recommandé d'utiliser des écrans faits de matériaux robustes opaques ou translucides munis d'un dégagement d'au moins 50 cm (20 po) au sol.

4) Contrôles administratifs

Outre les mesures de contrôles mentionnées plus haut, des stratégies générales de prévention et des contrôles administratifs devraient également être mis en place dans le lieu de travail. Les soudeurs devraient recevoir une formation et une sensibilisation régulières sur la manipulation de l'équipement, la façon de se protéger, les dangers associés aux procédés de soudage et les premiers soins de base. Il faut établir des procédures de nettoyage et d'entretien pour l'équipement de soudage afin de réduire toute exposition. Les postes de travail doivent également être positionnés de manière à ce que les fumées de soudage soient évacuées loin du travailleur. Le soudage ne doit pas être effectué dans des espaces confinés où la ventilation est inadéquate.

Lorsqu'il est recommandé par une personne qualifiée, le programme de surveillance médicale doit être mis à la disposition de tous les travailleurs exposés à des fumées et à des gaz de soudage. Une attention particulière doit être accordée au système respiratoire, ainsi qu'à l'aptitude de chacun des soudeurs à utiliser les dispositifs de protection des voies respiratoires. Selon les exigences de la norme Z94.4 de la CSA, avant de réaliser les essais d'ajustement et de permettre l'utilisation des respirateurs, l'administrateur du programme doit s'assurer que la documentation est complète, de manière à attester que chaque personne concernée est libre de tout état physiologique ou psychologique pouvant constituer un obstacle à l'utilisation du respirateur en question. L'employeur doit être avisé immédiatement de tout changement de l'état de santé d'un employé.

En outre, le lieu de travail devrait faire l'objet d'une surveillance et d'un échantillonnage réguliers afin que les niveaux d'exposition puissent être maintenus sous les limites d'exposition.

8. Ressources supplémentaires

1. Work place Health and Safety Bulletin, *Welding gases and fumes*
<https://open.alberta.ca/publications/ch032-chemical-hazards>
2. Fiche d'information de l'OSHA
https://www.osha.gov/Publications/OSHA_FS-3647_Welding.pdf
3. *Welding and Manganese*
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/welding/default.html>
4. *Guide de gestion substances dangereuses*
<https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securite/rapports/substances-dangereuses.html>

9. Références

- 1 Association canadienne de normalisation (CSA). *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes* (norme W117.2 de la CSA), s.d., Mississauga (Ontario).
- 2 Ziembicki, M., E. Karpinski et F. de Repentigny. *Ligne directrice canadienne concernant l'échantillonnage professionnel de conformité relatif aux agents chimiques*, 2015. Internet : <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securite/rapports/ligne-directrice-substances-dangereuses.html>
- 3 Khan, M. et E. Karpinski. *Le stress thermique en milieu de travail*, 2018. Internet : <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securite/rapports.html>
- 4 *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* (RCSST), Partie X — Substances dangereuses, 2018. Internet : <http://laws.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-86-304/page-22.html>
- 5 *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* (RCSST), Partie VII — Niveaux acoustiques, 2018. Internet : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-86-304/page-12.html>
- 6 Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*, 2016. Internet (en date du 13 août 2018) : <https://www.cdc.gov/niosh/npg/>
- 7 American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices*, 2018. Cincinnati (Ohio), ACGIH®.
- 8 Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. *Soudage — Fumées et gaz de soudage*, 2016. Internet : https://www.cchst.ca/oshanswers/safety_haz/welding/fumes.html
- 9 *Règlement canadien sur la santé et la sécurité au travail* (RCSST), Partie XIX — Programme de prévention des risques, 2018. Internet : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-86-304/page-54.html>

-
- ¹⁰ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®). *Industrial Ventilation : A Manual of Recommended Practice*, s.d., Cincinnati (Ohio).
- ¹¹ Association canadienne de normalisation (CSA). *Choix, utilisation et entretien des respirateurs* (norme Z.94.4 de la CSA), s.d., Mississauga (Ontario).
- ¹² Association canadienne de normalisation (CSA). *Air comprimé respirable et systèmes connexes* (norme Z180.1 de la CSA), s.d., Mississauga (Ontario).
- ¹³ Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Certified Equipment List Search*, 2018.
Internet : https://www2a.cdc.gov/drds/cel/cel_form_code.asp