
Introduction :

La présente norme décrit les nombreux dangers physiques associés au soudage et la possibilité de production de vapeurs et de gaz toxiques en effectuant des travaux de soudage. Elle décrit aussi les dangers possibles et l'équipement de protection à utiliser.

Norme :

1. PROCÉDÉS COMMUNS DE SOUDAGE

1.1 Thermochimique

- (a) Soudage thermique
- (b) Soudage à l'hydrogène atomique
- (c) Soudage aux gaz
- (d) Soudage au jet de plasma : I - Non transféré
II - Transféré ou confiné

1.2 Arc électrique

- (a) Soudage à l'arc métallique I - Soudage à l'arc avec fil fourré (procédé F.C.A.W)
II - Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (procédé G.M.A.W)
Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible (procédé M.I.G.)
- (b) Soudage à l'électrode de tungstène (procédé G.T.A.W.)
Soudage à l'arc sous gaz inerte avec électrode de tungstène (procédé T.I.G.)
- (c) Soudage à l'arc sous flux en poudre (procédé S.A.W)
- (d) Soudage vertical sous laitier (procédé E.S.W.)

2. DANGERS

Pour faciliter la compréhension, nous avons réparti les dangers liés au soudage en deux catégories - les dangers physiques et les dangers pour la santé.

2.1 Dangers physiques

Il s'agit de dangers qui sont directement associés aux divers procédés de soudage.

- (a) **Dangers associés aux gaz** : La plus grande préoccupation est liée à la manutention des combustibles gazeux qui pourraient causer un incendie et une explosion.

Acétylène : La marge explosive de l'acétylène est de 2,5 % à 80 % par volume dans l'air. Une concentration de 3,0 % à 93 % d'acétylène dans l'oxygène est inflammable, et peut exploser dans certaines circonstances. Le cuivre ou les alliages contenant plus de 67 % de cuivre forment des composés hautement explosifs en présence d'acétylène, et par conséquent, on ne peut PAS utiliser l'acétylène sur ces matières. Il est considéré comme un simple asphyxiant lorsqu'il est

présent en concentrations de 40 % ou plus. On ne perçoit pas l'acétylène comme un danger médical.

Propane :

Hydrogène : La marge explosive pour l'hydrogène est de 4,1 % à 71 % par volume dans l'air. Il n'a aucun effet médical toxique. On le considère principalement comme pouvant causer un incendie ou une explosion.

Oxygène : Non-combustible, mais soutient activement la combustion. Les atmosphères contenant des quantités élevées d'oxygène posent un grand risque d'incendie. On ne devrait jamais utiliser de l'oxygène ou de l'air comprimé aux fins de nettoyage.

Gaz naturel : La marge explosive pour le gaz naturel est de 3,8 % à 17 % dans l'air. Il a généralement une haute teneur en méthane (85 %) et des teneurs variées en éthane (10 %) et en inertes (dioxyde de carbone, azote et hélium). Il est considéré comme un simple asphyxiant, sauf pour le gaz naturel contenant de l'azote (risque de vapeurs azoteuses). Il s'agit d'un gaz très inflammable qui peut former un mélange explosif avec l'air ou l'oxygène.

Gaz de houille : La marge explosive pour le gaz de houille est de 5,3 % à 32 % dans l'air. Contient du méthane et de l'hydrogène, ainsi que des quantités moindres d'azote, d'oxygène, de dioxyde de carbone et de monoxyde de carbone. On le considère comme un asphyxiant chimique. Ce gaz est aussi inflammable et peut former un mélange explosif avec l'air ou l'oxygène.

NOTE : La concentration d'oxygène dans l'air ambiant ne devrait jamais, en raison de la présence d'autres gaz, être réduite en-dessous du niveau nécessaire pour maintenir la vie.

- (b) **Décharge électrique** - Peut se produire en raison d'une mauvaise mise à la terre ou lorsque quelqu'un porte des gants ou des vêtements humides, ou qu'il se tient sur un plancher ou dans des lieux humides, et qu'il entre en contact avec un courant électrique. Il faut noter que si la décharge elle-même ne tue pas le travailleur, le coup peut déloger le travailleur de sa position de travail et causer des blessures graves et même la mort. Si un opérateur ou un employé reçoit une grosse décharge ou brûlure électrique, il faut immédiatement appeler un médecin. Il ne faut jamais, peu importe les circonstances, toucher une personne qui est en contact avec une ligne électrique. Le courant sera transmis et des blessures en résulteront.
- (c) **Brûlures** - La majorité des brûlures surviennent parce qu'un employé a omis de porter l'équipement de protection personnel ou de le porter correctement (par exemple, des manches retroussées). On doit aussi noter que les brûlures peuvent être causées par les rayons de l'arc, ainsi que par le contact avec un métal chaud. Il faut indiquer, sur les métaux qu'on vient de souder, que ceux-ci sont «chauds», pour prévenir les employés qui pourraient avoir à les manipuler.

- (d) **Énergie rayonnante** - L'énergie rayonnante émise lors d'une opération de soudage ou de coupage se répartit en quatre catégories :

Rayon de lumière visible : Ce type de rayon réfléchit sur les murs ou les autres objets et peut causer des problèmes aux yeux pour quiconque se trouve à proximité et ne porte pas la protection et les verres appropriés. Un rayon de lumière visible intense peut susciter de la fatigue oculaire et, possiblement, une perte de vue temporaire. Le soudage au laser peut causer des dommages importants aux yeux ou la perte de vue si les yeux sont directement dans la trajectoire du rayon laser pour une certaine période. Il faut suivre des procédures et des règlements particuliers et prendre les précautions nécessaires lorsqu'on travaille avec de l'équipement de soudage au laser.

Rayons infrarouges (invisibles) : Ces rayons peuvent causer des effets cumulatifs et peuvent donner lieu à des cataractes. Ils sont considérés comme des rayons de chaleur et peuvent hausser la température de la peau non-protégée.

Rayons ultraviolets (invisibles) : Les rayons ultraviolets utilisés dans les procédés de soudage à l'arc sont dangereux pour la peau et pour les yeux non-protégés. Les rayons ultraviolets peuvent causer des brûlures sur la peau, le bronzage de la peau, ainsi qu'une condition qu'on appelle «éblouissement» ou coup d'arc. Les principaux symptômes de cette condition sont : la sensibilité à la lumière, des larmes excessives, et une sensation de sable dans les yeux. Les rayons ultraviolets sont aussi responsables de certains changements chimiques dans l'aire de soudage comme la formation d'ozone venant de l'oxygène atmosphérique, et la formation d'oxydes d'azote venant de l'azote atmosphérique. La présence de plus grandes quantités de ces gaz résulte de l'ionisation par décharge électrique dans l'air dans l'arc de soudage. (Voir le tableau IV.)

Rayons X (invisibles) : Les rayons X se produisent pendant le procédé de soudage par faisceau d'électrons (procédé E.B.W.). Si la barrière protectrice de la chambre de soudage est suffisante et complète, les rayons X seront confinés à la chambre, ne posant AUCUN risque de rayonnement pour l'opérateur.

- (e) **Bruit** : Procédé au jet de plasma - les températures extrêmes du jet de plasma et la vitesse à laquelle il est éjecté par le chalumeau créent des niveaux de bruits excessifs à fréquences élevées. On doit porter des protecteurs de l'ouïe lorsqu'on utilise ce procédé.

Les opérateurs de machines de soudage par résistance doivent aussi porter des protecteurs de l'ouïe en raison des niveaux de bruit excessifs (comme le soudage par étincelage).

2.2 **Risques pour la santé**

Les risques pour la santé sont associés aux vapeurs, aux poussières et aux gaz toxiques qui sont produits pendant les travaux de soudage. Ces vapeurs et ces

gaz peuvent avoir comme origine :

- le métal de base et le métal d'apport
- l'enrobage de l'électrode ou le gaz protecteur
- l'enrobage protecteur du métal de base, le cas échéant
- la réaction qui peut avoir lieu pendant le procédé de soudage (comme la formation de phosgène par la décomposition des agents nettoyeurs à l'hydrocarbure chloré). (Voir les tableaux I, II, III, IV.)

(a) **Vapeurs et poussières de soudage** : Il s'agit de particules microscopiques qui atteignent facilement les voies respiratoires et les poumons. Les dépôts de particules dans les poumons se nomment pneumoconiose. La fièvre des fondeurs est un des dangers les plus communément associés au soudage. Elle est causée par les oxydes fraîchement formés de divers métaux (comme l'oxyde de zinc) et elle est plus commune chez les soudeurs du métal galvanisé. Les symptômes pseudogrippaux se manifestent quelques heures après l'exposition, lorsque la victime devient malade. On croit que les particules fines de fluorure de calcium (CaF_2) résultant des électrodes à enrobage de base (fluorure de chaux ou faible teneur en hydrogène) peuvent être dangereuses. Bien qu'elles soient normalement insolubles et inertes, en forme très fine, elles deviennent plus actives, s'hydrolysant avec l'humidité atmosphérique, et se transformant en acide fluorhydrique (HF), qui est toxique. (Voir le tableau III.)

(b) **Gaz** : L'exposition à divers gaz peut produire les effets suivants :

- inflammation du poumon (pneumonite chimique)
- oedème pulmonaire (enflure et accumulation de fluide)
- emphysème (perte d'élasticité du poumon)
- bronchite chronique
- asphyxie

Les gaz potentiellement toxiques associés le plus souvent au soudage sont le monoxyde de carbone, l'ozone et les oxydes d'azote (oxyde azotique et dioxyde d'azote). Ces substances sont hautement toxiques et doivent être surveillées de près. Il peut également y avoir la présence de phosgènes et de phosphines résultant de la décomposition thermique des agents nettoyeurs à l'hydrocarbure chloré et des revêtements au métal phosphaté. Il faut noter que le seuil d'exposition au travail recommandé par la American Conference of Governmental Industrial Hygienists doit être respecté pour prévenir les dangers d'asphyxie ou de mort. (Voir le tableau IV.)

3. **PRÉCAUTIONS**

L'approche la plus simple à la limitation des matières toxique serait d'en éliminer la source. Cependant, cela ne s'avère pas pratique dans la plupart des cas. Les dangers associés au soudage sont limités par l'utilisation de méthodes de travail et de principes de ventilation adéquats.

3.1 **Précautions générales**

Selon les procédés de soudage utilisés et les sous-produits en suspension dans l'air (toxicité), le débit de l'air devraient accroître si les vapeurs et les gaz sont plus toxiques que d'habitude. On devrait utiliser des cloisons protectrices pour protéger les autres travailleurs des rayons ultraviolets (comme ceux engendrés par le procédé de soudage à l'arc) dans le lieu de travail, et pour prévenir les réactions avec l'ozone et les oxydes d'azote dans l'air ambiant. Les cloisons protectrices doivent être montées à environ 2 pieds au-dessus du niveau du sol.

Les solvants comme le trichloroéthane, le trichloréthylène et le tétrachlorure de carbone dégagent des vapeurs toxiques lorsqu'ils sont chauffés. Toute trace de ces solvants doit être enlevée avant le soudage, le coupage ou le chauffage. Ne pas effectuer de travaux de soudage à une distance de moins de 50 pieds des agents de dégraissage contenant des solvants chlorés.

Lorsqu'on utilise des solvants chlorés, il faut prévenir l'exposition des vapeurs produites aux rayons ultraviolets. Une telle exposition décomposera ces vapeurs, dégageant ainsi du phosgène toxique. Il faut, par conséquent, ranger et utiliser les solvants en question dans une pièce à l'écart des travaux de soudage. On recommande très fortement de ne pas utiliser les solvants en question sur des composants qu'on doit souder. Il ne faut absolument pas utiliser de lubrifiant ou de composé de quelque description que ce soit pour effectuer des raccords sur l'équipement à l'oxygène ou à l'acétylène. Les raccords de tels appareils sont conçus pour être serrés même sans l'aide d'un composé ou d'un lubrifiant.

Lorsqu'on utilise de l'oxygène, il faut toujours ouvrir la soupape du cylindre légèrement au début, avant de l'ouvrir complètement.

Lorsqu'on utilise l'acétylène, il faut toujours ouvrir la soupape du cylindre légèrement au début, avant de l'ouvrir à la pression requise.

ATTENTION : Il faut toujours se tenir debout d'un côté de la jauge et un peu à l'écart, en avant du régulateur, lorsqu'on ouvre la soupape du cylindre.

Il faut s'assurer que les cylindres de gaz de protection ne sont pas mis à la terre. Retirer les cylindres vides du lieu de travail.

On doit utiliser un bloc de métal, en cuivre de préférence, lorsqu'on vérifie ou qu'on nettoie un électrode. Il ne faut jamais initier un arc sur un cylindre. Il faut vérifier où et comment le travail est mis à la terre. S'assurer que le câblage électrique est en bon état et qu'il n'est pas effrité ou dénudé.

3.2 **Ventilation**

Lorsqu'on choisit le type particulier de système de ventilation à utiliser dans un procédé de soudage, on doit prendre en considération les éléments suivants :

- (a) les dimensions de l'aire de soudage (particulièrement la hauteur du plafond)
-

(b) le nombre de soudeurs

(c) la formation possible de vapeurs ou de poussières dangereuses selon les métaux, le flux et les autres matières qui entrent en ligne de compte.

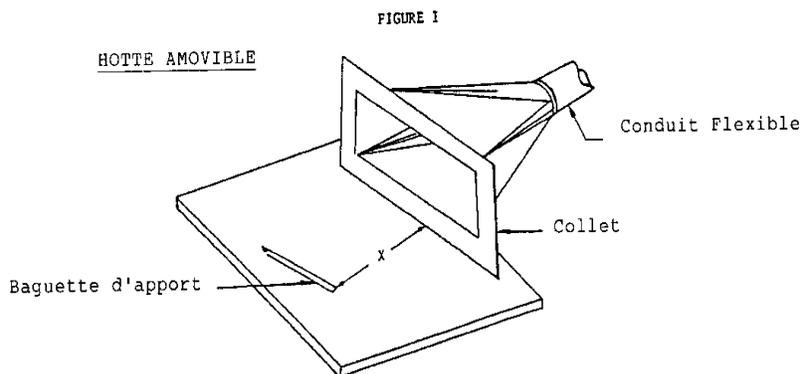
D'autres facteurs comme la température (les précipitations, par exemple), la production de chaleur et la présence de solvants volatiles, doivent être considérés.

La cloison protectrice doit être positionnée pour ne pas restreindre la ventilation. La ventilation par aspiration à la source doit être utilisée pour tous les travaux de soudage. Si cela n'est pas possible, la ventilation générale par aspiration peut être utilisée. Il peut être nécessaire d'utiliser de l'équipement de protection respiratoire où une ventilation par aspiration à la source efficace ne peut pas être fournie.

Un bon moyen de maîtriser la fumée et les gaz produits à la soudure est d'utiliser un pistolet de soudage doté d'un extracteur de fumée intégral.

Enceinte fixe - doit produire un débit d'air de 100 à 200 pieds par minute à l'arc dans le sens opposé au soudeur.

Hotte amovible - doit produire un débit d'air de 100 à 200 pieds par minute dans l'aire de soudage (voir «X» dans la figure.)



Dans le cas de la ventilation générale par aspiration, la fumée et les gaz peuvent être dilués. Par exemple :

<u>Diamètre de la baguette d'apport</u>	<u>Pied³/min/soudeur</u>
5/32 pouce	1 000
3/16 pouce	1 500
1/4 pouce	3 500
3/8 pouce	4 500

Dans les situations et les procédés dangereux, la ventilation doit être conforme au Code national du bâtiment du Canada.

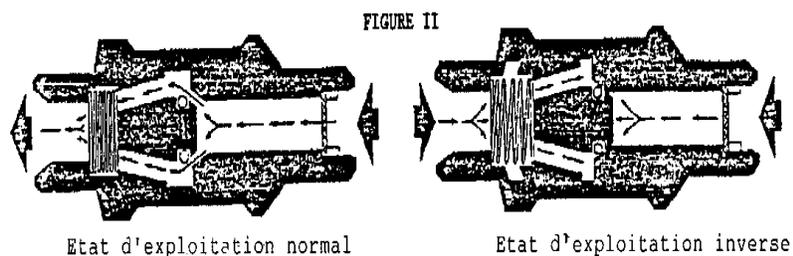
3.3 Prévention des incendies

- Maintenir un lieu de travail propre et sécuritaire, sans matière inflammable et explosive.
- Fournir des coupe-feu sous forme de feuilles de métal ou de couvertures à l'amiante.
- Les craques ou crevasses dans les planchers doivent être remplies pour prévenir la propagation des étincelles ou du laitier.
- Toujours fournir de l'équipement d'extinction des incendies convenant au type d'incendie probable, et donner de la formation sur l'utilisation appropriée d'un tel équipement.
- Assurer la présence d'un guetteur d'incendie si cela est jugé nécessaire.
- Il est interdit d'utiliser un extincteur à incendies au tétrachlorure de carbone.
- Les travaux de soudage doivent être conformes au Code national de prévention des incendies du Canada - Sections 5.1, 5.6, et 5.17, au Code canadien de l'électricité, partie 1, et aux codes de prévention des incendies locaux.

Tous les chalumeaux coupeurs doivent être munis d'un clapet de retenue - débit inverse pour prévenir les retours de flamme et les explosions possibles (voir la figure II.)

Ces clapets de retenue doivent être placés soit au régulateur, soit au chalumeau

Clapet de retenue/Débit inverse



3.4 Vêtements et équipement de protection

1. Il faut porter des manchettes à l'épreuve du feu en cuir.
2. On doit porter de l'équipement de protection en fonction des dangers

existants, comme :

- (a) tabliers en cuir ou en amiante
 - (b) protection à manche longue à l'épreuve du feu pour les bras
 - (c) jambières à l'épreuve du feu
 - (d) capes ou couvre-épaules à l'épreuve du feu
 - (e) protection de l'ouïe
 - (f) calotte de cuir (fait de matériel à l'épreuve du feu)
3. On recommande de porter des chaussures hautes. Cependant, si on porte des chaussures basses, les chevilles devraient être protégées par des jambières.
 4. Il faut porter des masques ou des cagoules de soudeur pour protéger les yeux des rayons dommageables. Les visières articulées permettent d'inspecter de près les pièces sur lesquelles on a travaillé un fois que l'opération de soudage est terminée.
 5. Lorsque le soudage à l'arc n'est pas effectué dans un endroit fermé ou isolé, toutes les personnes autres que les soudeurs qui travaillent dans un rayon de 75 pieds de l'arc doivent porter des lunettes anti-éblouissement.
 6. Lorsqu'on effectue continuellement du soudage à l'arc à l'intérieur d'un bâtiment, les murs des ateliers sont souvent peints en noir mat ou d'une couleur ne réfléchissant pas la lumière. De nos jours, de nombreux ateliers ont des cabines individuelles aérées faites de matériel résistant au feu. Ces cabines protègent le soudeur et les personnes qui passent ou qui travaillent à un endroit adjacent à l'arc. On devrait les utiliser s'ils existent. Les protecteurs contre les arcs doivent être transportés sur les chariots de soudage à titre d'équipement permanent et on doit s'en servir. Les chariots de soudage devraient être munis d'extincteurs de type ABC en tout temps.
 7. Une décharge électrique provenant d'un procédé de soudage peut tuer, et de nombreux décès y sont attribuables. Par conséquent, des tapis isolés d'une taille suffisante pour le soudeur doivent être utilisés lors de travaux de soudage sur des structures ou des plaques d'acier sur lesquelles l'opérateur doit s'asseoir pour effectuer des opérations de soudage. Des gants isolants doivent être portés en dessous des gants de soudage lorsqu'on effectue des travaux dans un endroit humide ou mouillé ou lorsque le soudeur sue excessivement. Tous les câbles doivent être enroulés lorsqu'on ne s'en sert pas, et on doit les maintenir le plus court possible. On doit en tout temps garder le plancher (et les dessus de bancs) propres et on ne doit rien y laisser traîner.

Quand on doit souder ou couper des métaux qui sont composés ou enrobés de plomb, de cadmium, de mercure et de béryllium, il faut utiliser des respirateurs à adduction d'air pur ou (pour une exposition limitée) des

respirateurs conçus particulièrement pour la protection contre les fumées de métaux particuliers.

4. **FORMATION ET SURVEILLANCE**

Les opérateurs doivent être adéquatement formés dans leurs processus particuliers. Il faut les aviser des dangers que comporte le travail et des précautions à prendre. La propreté est nécessaire en soudage. Seul un électricien certifié doit faire des ajustements ou réparer la source d'énergie d'une machine à soudage.

5. **PREMIERS SOINS**

Le traitement pour les brûlures aux yeux (coup d'arc ou aveuglement par l'éclair) doivent être effectués par une infirmière ou par un médecin.

Références/Annexes :

Tableau I, Protection oculaire recommandée pour le soudage et les travaux connexes
Tableau II, Particules pouvant être présentes dans les émanations de soudage - Pneumoconiose
Tableau III, Particules pouvant être présentes dans les émanations de soudage - Irritants pulmonaires ou inhalants toxiques
Tableau IV, Gaz pouvant découler des procédés de soudage

Le directeur, Santé, Sécurité et Protection,



Gary S. Boyd

Numéro de la révision	Section (s) révisée(s)	Résumé de la révision	Révisé par :	Date d'entrée en vigueur :
01		Mise à jour de l'introduction	N. Allen	13-09-01

TABLEAU 1

PROTECTION OCULAIRE RECOMMANDÉE POUR LES TRAVAUX DE SOUDAGE

NUMÉRO DE TEINTE DE LUNETTE
(Norme de la CSA W117.2-1974)

PROCÉDÉ DE SOUDAGE	NUMÉRO DE TEINTE
Brasage	2
Brasage au chalumeau	3 ou 4
Oxycoupage :	
Jusqu'à un pouce	3 ou 4
de 1 à 6 pouces	4 ou 5
6 pouces et plus	5 ou 6
Soudage au gaz:	
Jusqu'à 1/8 à 1/2 pouce	4 ou 5
de 1/8 à 1/2 pouce	5 ou 6
1/2 pouce et plus	6 ou 8
Soudage à l'arc avec électrode enrobé :	
électrodes de 1/16, 3/32, 1/8, 5/32 pouce	10
électrodes de 3/16, 7/32, 1/4 pouce	12
électrodes de 5/16, 3/8 pouce	14
Soudage à l'arc sous gaz inerte avec électrode de tungstène	
Non-ferreux	11
Ferreux	12
Soudage à l'arc sous gaz inerte avec fil plein :	
Non-ferreux	11
Ferreux	12
Aluminium	12 ou 14
Soudage et coupage au jet de plasma	12
Soudage à l'hydrogène atomique	de 10 à 14
Soudage à l'arc avec électrode au carbone	14

NOTE : Dans le soudage à l'arc ou l'oxycoupage, où le chalumeau produit une grande lumière jaune, il est souhaitable d'utiliser un filtre ou une lentille qui absorbe la ligne jaune ou de sodium dans la lumière visible émise par le procédé.

TABLEAU II
PARTICULES POUVANT ÊTRE PRÉSENTES DANS LES ÉMANATIONS DE SOUDAGE - PNEUMOCONIOSE

	PARTICULES	PNEUMOCONIOSE	SEUIL LIMITE D'EX-POSITION 1991-92	COMMENTAIRES
Pneumoconiose	1) Carbone	Anthracoze	3,5 mg/m ³	- pneumoconiose causée par des dépôts de particules de carbone dans le poumon.
	2) Oxyde d'étain	Stannose	2 mg/m ³	- pneumoconiose causée par des dépôts de particules d'oxyde d'étain dans le poumon.
	3) Oxyde d'aluminium	Aluminose	10 mg/m ³	- pneumoconiose causée par des dépôts de particules d'oxyde d'aluminium dans le poumon.
	4) Oxyde de fer	Sidérose	5 mg/m ³	- pneumoconiose causée par des dépôts de particules d'oxyde de fer dans le poumon.
Pneumoconiose nocive (Fibreuse)	5) Silice chrySTALLINE respirable - cristaballite, tridymite - quartz, tripoli ou verre de silice		0,05 mg/m ³ 0,1 mg/m ³	- pneumoconiose causée par des dépôts de particules de dioxyde de silicium (silice) dans le poumon.
	6) Amiante : - crocidolite - amosite - chrysolite et toutes autres formes		0,2 fibre/cc 0,5 fibre/cc 2 fibres/cc	- pneumoconiose causée par des dépôts d'amiante dans le poumon.
Pneumoconiose nocive	7) Béryllium	Bérylliose	0,002 mg/m ³	- pneumoconiose causée par l'aspiration d'émanations de



(Non-fibreuse)				béryllium.
----------------	--	--	--	------------

TABLEAU III
PARTICULES POUVANT ÊTRE PRÉSENTES DANS LES ÉMANATIONS DE SOUDAGE
Irritants pulmonaires ou inhalants toxiques

PARTICULES	SEUIL LIMITE D'EXPOSITION - 1991-1992	SOURCE	SYMPTÔMES
1) Oxyde de cadmium	0,05 mg/m ³ Maximum (ne doit pas être dépassé à aucun moment)	- métaux contenant du cadmium, ou métaux plaqués au cadmium	- l'aspiration d'émanations de cadmium peut causer une irritation pulmonaire, accompagnée d'autres symptômes comme la gorge sèche et les maux de gorge, et un goût de métal suivi d'une toux, de douleurs dans la poitrine et de difficulté à respirer.
2) Émanations de trioxyde de chrome	0,05 mg/m ³	- on peut trouver du chrome dans le métal de base ou dans l'électrode - métaux en acier inoxydable.	- les émanations de trioxyde de chrome réagissent avec la vapeur d'eau pour former de l'acide chromique et bichromique. L'aspiration de ces émanations produira les effets suivants : bronchospasme, oedème, hypersécrétion, bronchite et hyperréaction des bronches semblable à l'asthme.
3) Émanations d'oxyde cuivrique	0,02 mg/m ³	- métaux de base de cuivre et d'alliages de cuivre. - baguettes de cuivre et d'alliage de cuivre.	- peut produire la fièvre des fondeurs (voir l'article 13, oxyde de zinc).
4) Fluorure	2,5 mg/m ³	- enrobage d'électrode à faible hydrogène. - flux pour soudage à l'arc sous flux en poudre.	- l'aspiration des émanations de fluorure peut produire une irritation des voies respiratoires qui se manifeste par des frissons, de la fièvre, la dyspnée et la toux.
5) Oxyde de plomb	0,15 mg/m ³	- métaux enrobés de plomb, surtout des métaux couverts de peinture à base de plomb.	- douleurs abdominales, abdomen sensible au toucher, constipation, mal de tête, faiblesse, douleurs musculaires, pertes d'appétit, nausées, vomissements, perte de poids.

PARTICULES	SEUIL LIMITE D'EXPOSITION - 1991-1992	SOURCE	SYMPTÔMES
6) Dioxyde de manganèse	1mg/m ³	- soudage d'acier allié et d'aciers à haute résistance.	- les émanations de manganèse sont hautement toxiques. La coordination est généralement touchée; faiblesse des jambes, difficulté à descendre une côte à pied, instabilité et faiblesse en effectuant des travaux lourds.
7) Oxyde de magnésium	10 mg/m ³	- métal de base et baguette d'électrodes.	- peut occasionner la fièvre du fondeur, qui peut donner lieu à une irritation des muqueuses.
8) Mercure	aryle et composés inorganiques de mercure 0,1 mg/m ³ comp. de mercure alkyle 0,01 mg/m ³ toutes autres formes 0,05 mg/m ³	- revêtements de métal de base (peinture antisalissure).	- peut occasionner des douleurs abdominales, des vomissements, la diarrhée, la gingivite, la pneumonite, des dommages aux reins et des troubles circulatoires et respiratoires.
9) Molybdène	composés solubles de molybdène 5 mg/m ³ composés insolubles de molybdène 10 mg/m ³	- on trouve le molybdène dans certains alliages d'acier.	- peut produire une irritation des bronches et des alvéoles accompagnée de changements modérés des dépôts de gras dans le foie et dans les reins.
10) Nickel	métal et composés insolubles de nickel 1,0 mg/m ³ composés solubles de nickel 0,1 mg/m ³	- on trouve le nickel dans certains aciers inoxydables. - le nickel carbonyle peut être produit avec les émanations de nickel en présence de monoxyde de carbone.	- le nickel et ses composés sont cancérigènes et toxiques (habituellement après une longue période d'exposition).
11) Dioxyde de titane	10 mg/m ³	- on trouve le titane dans certains alliages d'acier.	- peut occasionner une irritation des voies respiratoires

PARTICULES	SEUIL LIMITE D'EXPOSITION - 1991-1992	SOURCE	SYMPTÔMES
12) Pentoxyde de vanadium - respirable	0,05 mg/m ³	- on trouve le vanadium dans certains fils d'apport.	- peut occasionner une irritation des yeux, de la gorge, et des voies respiratoires.
13) Oxyde de zinc	5 mg/m ³	- on trouve l'oxyde de zinc dans les métaux galvanisés et peints.	- peut occasionner la fièvre des fondeurs, des frissons, de la fièvre, des nausées, des vomissements, des douleurs musculaires, des maux de tête et de la fatigue.

TABLE IV
GAZ POUVANT DÉCOULER DES PROCÉDÉS DE SOUDAGE

	GAZ	SEUIL LIMITE D'EXPOSITION	SOURCE	SYMPTÔMES DE L'EXPOSITION
Non pulmonaire	1) Dioxyde de carbone	5 000 ppm	- utilisé comme gaz de protection.	- généralement pas considéré comme un problème en soudage.
	2) Monoxyde de carbone	50 ppm	- soudage à l'arc au dioxyde de carbone. - enrobage d'électrode; la cellulose se décompose pour former du monoxyde de carbone et de l'hydrogène	- peut occasionner des maux de tête et un affaiblissement du type attribuable à l'expositions au monoxyde de carbone.
Principalement pulmonaire	3) Ozone	0,1 ppm * * Maximum	- l'ozone est formé par l'action des rayons ultraviolets sur l'oxygène atmosphérique	- peut occasionner des maux de tête, de la douleur dans la poitrine et l'assèchement des voies respiratoires supérieures.
	4) Dioxyde d'azote	3 ppm	- les oxydes d'azote sont formés par l'action des rayons ultraviolets sur l'azote atmosphérique et la protection à l'azote (soudage à l'arc au jet de plasma). - produit en grandes quantités dans le soudage de l'aluminium.	- peut occasionner une irritation des yeux et des membranes muqueuses, une toux, des douleurs abdominales et un oedème pulmonaire.
	5) Phosgène	0,1 ppm	- décomposition d'hydrocarbure chloré, comme trichloréthylène.	- l'aspiration de phosgènes peut produire un oedème pulmonaire.

