

## 41 SOUDURE ET COUPAGE

La soudure est un procédé utilisant la chaleur ou la pression pour unir les métaux.

Le soudage à l'arc est le type le plus utilisé dans la construction. Le métal en fusion de l'ouvrage et un métal d'apport issu d'une électrode s'unissent dans un bain qui refroidit pour créer une soudure.

Le coupage à la flamme est un procédé connexe qui nécessite l'utilisation d'un chalumeau, d'un gaz combustible et de l'oxygène pour la taille des métaux, dont principalement l'acier.

L'Association ontarienne de la sécurité dans la construction est grandement reconnaissante à l'Association canadienne de normalisation pour son usage de la norme CAN/CSA-W117.2, *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes*, copyright CSA.

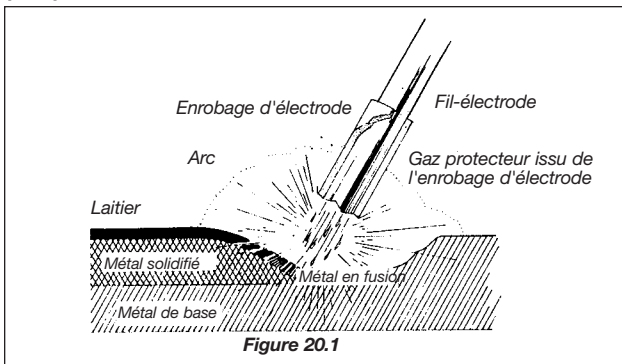
### Méthodes de soudage

**Le soudage à électrode enrobée (SMAW)** est le procédé de soudage à l'arc le plus utilisé dans la construction (figure 20.1).

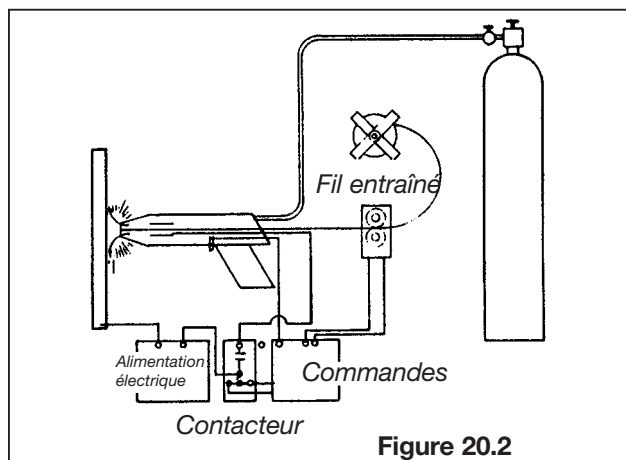
Le procédé SMAW utilise un petit segment d'une électrode consommable qui fond à mesure qu'il alimente l'arc. Le métal en fusion issu de l'électrode est acheminé à travers l'arc et devient le métal d'apport de la soudure.

L'électrode enrobée d'une substance chimique complexe libère un gaz protecteur, tel que le dioxyde de carbone, qui chasse l'air de la zone d'arc et protège la soudure de l'oxydation. La composition de l'enduit varie selon le métal à souder.

**Le soudage à l'arc sous gaz avec fil plein (GMAW) ou le soudage à l'arc avec fil électrode en atmosphère inerte (MIG)** s'effectuent à l'aide d'un fil nu consommable alimenté en

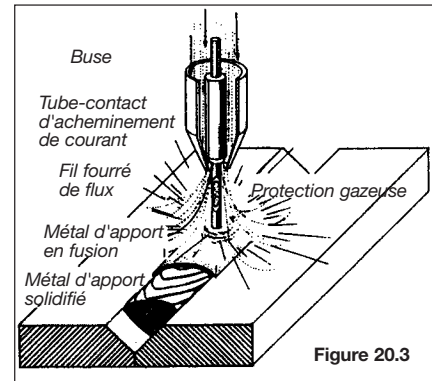


continu de l'intérieur de la tête de soudage. Un tube annulaire autour du fil tire un gaz inerte tel que l'argon, l'hélium ou le dioxyde de carbone d'une source externe et l'achemine vers la

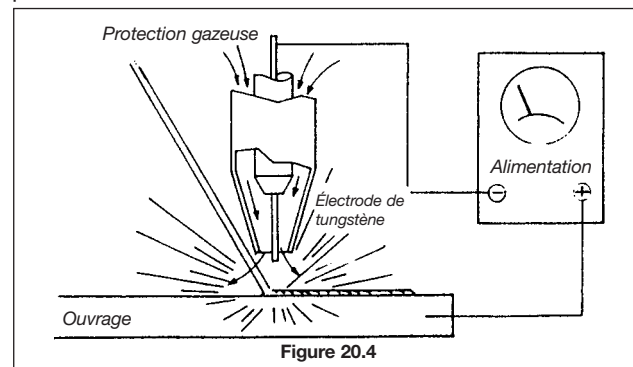


zone d'arc pour empêcher l'oxydation de la soudure (figure 20.2).

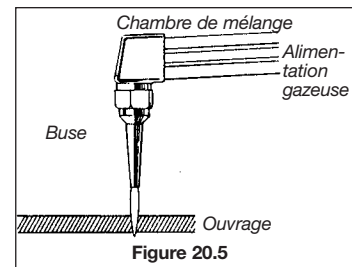
**Le soudage au fil fourré (FCAW)** est une variante du soudage MIG. Il s'effectue à l'aide d'un fil creux dont l'âme contient diverses substances chimiques qui dégagent des gaz protecteurs destinés à abriter la soudure (figure 20.3).



**Le soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène (GTAW) ou le soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène (TIG)** s'effectuent à l'aide d'une électrode de tungstène non consommable qui alimente l'arc et génère la chaleur nécessaire à l'union des métaux (figure 20.4). Le métal d'apport s'ajoute depuis une baguette qu'on approche de l'arc. La baguette fond et dépose le métal d'apport sur la soudure. La nature du métal à souder détermine l'emploi ou non de gaz protecteurs.



**Le soudage et le coupage oxyacétyléniques** font appel à la combustion d'un mélange gazeux — l'oxygène et l'acétylène — pour produire la chaleur destinée à souder les métaux (figure 20.5). Ce type de coupage et de soudage à l'aide de gaz combustibles est le plus utilisé dans la construction. Le procédé peut également recourir à un métal d'apport.



### ACÉTYLÈNE

L'acétylène est un mélange de carbone et d'hydrogène. Son énergie interne se libère sous forme de chaleur lors de la combustion. Lorsqu'il brûle avec l'oxygène, l'acétylène peut produire une flamme d'une température plus élevée (3 300 °C) que celle de tout autre gaz d'utilisation commerciale. La grande plage d'inflammabilité de l'acétylène (2,5 % à 81 % dans l'air) surpasse celles des gaz d'usage courant et, de ce fait, accroît les risques.

### AUTRES GAZ COMBUSTIBLES

Les gaz combustibles destinés au soudage s'utilisent seuls ou avec l'oxygène. Le propane, le propylène et le gaz naturel en sont des exemples.

## Types de métaux de base soudés

**Acier doux** (un alliage de fer, de carbone, de silicium et, parfois, de molybdène ou de manganèse).

**Aciers inoxydables et fortement alliés** (réunissant le fer, le nickel, le chrome et parfois le cobalt, le vanadium, le manganèse et le molybdène).

**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).

## Risques du soudage

Les soudeurs de construction s'exposent à une vaste gamme de risques tels que l'inhalation de fumées et de gaz toxiques, les brûlures graves dues au métal chaud et les chocs électriques provenant des câbles des soudeuses.

### Risques du soudage

<b>Physiques</b>	- rayonnement ionisant (rayons X, rayonnement gamma) - rayonnement non ionisant (ultraviolet, infrarouge) - lumière visible - températures extrêmes - bruit - énergie électrique
<b>Chimiques</b>	- substances inflammables/combustibles - fumées de soudage - gaz toxiques - poussières
<b>Biologiques</b>	- bactéries - champignons - virus

La protection des yeux est indispensable aux soudeurs et autres personnes exposées au procédé de soudage.

Dès qu'une substance chimique du soudage pénètre l'organisme, elle peut provoquer l'intoxication. Les effets peuvent aller de l'irritation légère à la mort, et dépendent d'un certain nombre de facteurs. Certains organes peuvent également être menacés, tels que les poumons, les reins et le cerveau.

Les effets sont classés en deux grandes catégories décrites dans le chapitre Santé au travail de ce manuel : aigus et chroniques.

## RISQUES PHYSIQUES

### Rayonnement

Les soudeurs autant que leurs assistants peuvent être exposés au rayonnement ionisant ou non ionisant. Le type ionisant est plus menaçant puisqu'il peut avoir un lien direct avec le cancer.

**Ionisant** — L'une des sources habituelles est l'émission de rayons X et de rayons gamma issue du matériel destiné à la mesure de la densité et de l'épaisseur des tuyaux et à la vérification des soudures.

**Non ionisant** — Les ultraviolets, les infrarouges et la lumière visible représentent une source importante.

Le rayonnement dû aux procédés de soudage est surtout du type non ionisant et comprend les champs électromagnétiques, les rayons infrarouges, la lumière visible et les rayons ultraviolets.

L'exposition au rayonnement ultraviolet (UV) peut provenir directement de l'arc ou des reflets des objets étincelants tels que

le métal brillant ou les vêtements blancs. Elle peut causer le « coup d'arc » lorsque les yeux ne sont pas adéquatement protégés. Il provoque le larmolement et la douleur oculaire sur une période de 2 à 24 heures suivant l'exposition. Le trouble peut durer d'un à cinq jours, mais ne persiste habituellement pas et ne comporte pas d'effets durables. Cependant, le tissu cicatriciel qui peut se former à la suite de l'exposition répétitive peut entraver la vue.

L'exposition aux UV peut également provoquer la « fluorescence », une perte temporaire de l'acuité visuelle.

La rougeur cutanée, communément appelée coup de soleil, est un autre risque lié à l'exposition aux UV. Les cas très graves peuvent causer le cloquage. Même si les rayons UV émanant du soleil ont été associés au cancer de la peau, il n'est nulle part fait état d'une augmentation des cas de cancer due à l'exposition au soudage.

L'intensité du rayonnement UV varie selon le type de soudage. En règle générale, plus la température de soudage s'élève, plus le rayonnement UV s'intensifie.

**Le rayonnement infrarouge** représente un danger à cause de ses effets thermiques ou calorifiques. L'exposition intensive de l'œil peut engendrer la lésion.

**La lumière visible** se répand à haute intensité lors du soudage. L'exposition de courte durée peut provoquer l'opacification du cristallin, trouble visuel produisant des images rémanentes et des taches aveugles. L'exposition répétée au rayonnement visible de forte intensité peut causer la conjonctivite chronique, qui se caractérise par la rougeur et le larmolement oculaires.

**Les rayons X et rayons gamma** sont des manifestations invisibles du rayonnement *ionisant* utilisé dans l'inspection des soudures, et peuvent blesser très gravement les parties du corps non protégées. Demeurez à une bonne distance de toute zone où l'on effectue ce type d'essai. Le soudage par faisceau d'électrons produit également des rayons X. La chambre de soudage doit être complètement blindée afin d'emprisonner les rayons X et de protéger le soudeur.

### Températures extrêmes

Le procédé de soudage génère des températures très élevées. Les flammes au gaz peuvent atteindre 3 300 °C. Les métaux fondent à des températures situées entre 260 °C et 2 760 °C. Matériaux soudés, lieux de travail et conditions climatiques sont tous des sources possibles de réchauffement excessif qui peuvent provoquer la contraction musculaire, la déshydratation, l'affaissement soudain et l'évanouissement.

Les soudeurs peuvent souffrir de gelure ou d'hypothermie lorsqu'ils travaillent dans des environnements très froids ou avec des gaz de soudage maintenus à des températures d'aussi froides que -268 °C. L'exposition aux températures glaciales peut mener à l'épuisement, l'irrégularité respiratoire, l'abaissement de la tension artérielle, la confusion ou l'évanouissement. Le stress dû à la chaleur et le stress dû au froid constituent des dangers de mort et peuvent être fatals s'ils ne sont pas traités à temps.

### Bruit

L'émission par le matériel de soudage d'ondes sonores à fréquences élevées dépassant 85 dBA peut provoquer la surdité. Le bruit a également été lié aux maux de tête, au stress, à l'augmentation de la pression artérielle, à la nervosité et à l'excitabilité. Reportez-vous au chapitre Protection de l'ouie pour connaître les valeurs maximales d'exposition des travailleurs sans protège-oreilles.

Le soudage expose aux bruits issus du matériel d'alimentation, du procédé de soudage et des activités secondaires telles que

le meulage et le martelage. Le matériel d'alimentation à essence peut mener à une exposition surpassant 95 dBA. Le gougeage à l'arc peut produire des pressions sonores dépassant 110 dBA. Le meulage, l'usinage, le polissage, le martelage et le retrait du laitier contribuent tous à augmenter l'intensité du bruit. De forts degrés de surdité ont été observés chez les soudeurs.

**Énergie électrique**

Le choc électrique est l'effet sur le système nerveux du courant à mesure qu'il passe au travers de l'organisme. Les chocs électriques peuvent causer de violentes contractions musculaires provoquant des chutes et des blessures. Ils peuvent également avoir des conséquences fatales sur le cœur et les poumons.

Le choc électrique peut se produire à la suite d'une mise à la terre défectueuse ou du contact avec le courant par l'entremise d'un vêtement humide, d'un sol mouillé ou d'autres conditions mettant l'eau en cause. Même si le choc lui-même n'est pas fatal, la commotion peut tout de même forcer le soudeur à chuter de sa position de travail.

Les brûlures par décharge électrique s'ajoutent aux risques. Ces brûlures traversent souvent la peau et peuvent attaquer les tissus musculaires et nerveux. Dans les cas les plus graves, les conséquences peuvent être fatales.

La gravité d'une blessure due à un choc électrique dépend de la tension et de la résistance qu'offre le corps au courant qui le traverse (consultez le chapitre de ce manuel traitant des risques d'origine électrique). Même les faibles tensions utilisées pour le soudage à l'arc peuvent s'avérer dangereuses en présence d'humidité ou d'eau. Les soudeurs doivent veiller à garder au sec leurs vêtements, gants et bottes, et à s'isoler convenablement des surfaces de travail, de l'électrode, du porte-électrode et des surfaces mises à la terre.

**Courant vagabond**

Le soudage par courant vagabond peut dans certaines circonstances fortement endommager le matériel, les bâtiments et les circuits électriques.

**RISQUES D'ORIGINE CHIMIQUE**

Le dégraissage à l'aide de solvants chlorés, les peintures au chromate de zinc des enduits anticorrosifs, les poussières de cadmium ou de chrome issues du meulage et les fumées dues au soudage sont tous catégorisés en tant que risques d'origine chimique.

Les soudeurs sont particulièrement à risque, étant donné la production par l'arc de températures élevées qui peuvent créer de fortes concentrations d'aérocontaminants.

Les risques d'origine chimique peuvent blesser les soudeurs par voie d'inhalation, d'absorption cutanée, d'ingestion ou d'injection dans l'organisme. Il peut en résulter des troubles d'ordre respiratoire, digestif, nerveux et reproductif. Les symptômes de surexposition aux produits chimiques peuvent inclure saignements de nez, maux de tête, nausées, évanouissements et étourdissements.

Lisez la fiche signalétique (FSMD) du fabricant pour connaître les mesures de protection à appliquer pour tout produit chimique présent sur les lieux de travail.

Les risques d'origine chimique les plus souvent liés au soudage mettent en cause les aérocontaminants, divisés en deux catégories :

- fumées
- gaz/vapeurs
- poussières.

La quantité et le type de contamination de l'air due à ces sources dépendent du procédé de soudage, du métal de

base et du gaz protecteur. La toxicité dépend de la concentration des contaminants et des réactions physiologiques de chaque travailleur.

**Fumées**

Une partie du métal que l'élévation de la température fait fondre pendant le soudage s'évapore. Les vapeurs de métal s'oxydent ensuite pour créer un métal oxydé. Lors du refroidissement de ces vapeurs, des particules solides en suspension appelées particules de fumée sont produites. Les fumées de soudage consistent principalement en des particules métalliques en suspension, invisibles à l'œil nu.

Les fumées métalliques constituent la menace à santé des soudeurs la plus répandue et la plus grave. Les fumées particulaires peuvent s'infiltrer profondément dans les poumons et endommager le tissu pulmonaire ou pénétrer les vaisseaux sanguins pour s'acheminer vers d'autres parties du corps. Les éléments suivants se retrouvent couramment dans les fumées de soudage.

**Le béryllium** est un agent durcissant qu'on trouve dans les alliages de cuivre, de magnésium et d'aluminium. La surexposition peut provoquer la *fièvre du fondeur*. Les symptômes, qui durent entre 18 et 24 heures, comprennent fièvre, frissonnement, toux, dessèchement de la bouche et de la gorge, douleur musculaire, faiblesse, fatigue, nausée, vomissement et mal de tête. La fièvre du fondeur apparaît habituellement plusieurs heures après l'exposition, tandis que les signes et symptômes s'estompent la plupart du temps 12 à 24 heures après l'exposition, avant de disparaître complètement. L'immunité s'acquiert rapidement par l'exposition quotidienne, mais s'efface aussi rapidement suivant les fins de semaine et les congés. Voilà pourquoi on appelle souvent à la fièvre du fondeur la « maladie du lundi matin ».

L'exposition à long terme (chronique) aux fumées de béryllium peut provoquer l'affection respiratoire. Les symptômes peuvent inclure la toux et l'essoufflement. Le béryllium est un carcinogène présumé — c'est-à-dire qu'il peut causer le cancer du tissu humain. Il est grandement toxique. L'exposition prolongée peut s'avérer fatale.

**Le cadmium** plaqué ou intégré donne l'apparence du métal galvanisé aux pièces qui le contiennent. Les enduits de cadmium peuvent produire de fortes concentrations de fumées d'oxyde de cadmium pendant le soudage. Le cadmium se retrouve également dans les brasures (surtout à l'argent).

La surexposition au cadmium peut causer la fièvre du fondeur. Les symptômes comprennent l'inflammation respiratoire, l'irritation et la sécheresse de la gorge, ainsi qu'un goût de métal précédant la toux, la douleur thoracique et la difficulté respiratoire. La surexposition peut également causer la collection liquidienne pulmonaire (œdème pulmonaire) et la mort. La présence de ce métal peut également créer des lésions du foie, des reins et de la moelle osseuse.

**Le chrome** se trouve dans plusieurs alliages. Reconnu comme étant un sensibilisant cutané, il peut être responsable d'irritations cutanées et d'ulcères de la peau suivant l'exposition répétée. Le chrome irrite également les muqueuses des régions telles que les yeux et le nez, et peut perforer les cloisons nasales. L'inhalation du chrome peut provoquer l'œdème et la bronchite.

**Le plomb** peut se retrouver dans les peintures à base de plomb et certains alliages de métalliques. L'empoisonnement au plomb se produit à la suite de l'inhalation de fumées de plomb issues de ces matières à base de plomb. Le soudage et le coupage du plomb ou de matériaux revêtus de plomb représentent la principale source d'empoisonnement au plomb des soudeurs. Parmi les symptômes, on note la perte d'appétit, l'anémie, les douleurs thoraciques et les lésions des reins et des nerfs. Aux termes de la législation ontarienne, le plomb est une **substance désignée** dont l'utilisation et la manipulation



requièrent des précautions particulières.

**Le nickel** se retrouve dans les alliages métalliques, y compris l'acier inoxydable et le Monel. Certaines formes de cette substance sensibilisante sont toxiques et cancérigènes. Les fumées de nickel peuvent provoquer la cyanose, le délire et la mort 4 à 11 jours après l'exposition.

**Le zinc** est une composante des alliages d'aluminium et de magnésium, du laiton, des enduits anticorrosion tels que le métal galvanisé et des alliages de brasage. L'inhalation des fumées de zinc au cours du coupage ou du soudage de ces métaux peut causer la fièvre du fondeur.

## Vapeurs/gaz

Les gaz sont des composés chimiques à faible densité qui remplissent l'espace dans lequel ils sont libérés. Ils ne possèdent aucune forme ni apparence physique. La vapeur est un gaz que crée l'évaporation.

Plusieurs vapeurs dangereuses peuvent être produites par le soudage. Le rayonnement ultraviolet, les revêtements, les gaz protecteurs et les enduits des baguettes sont les principales sources des vapeurs et des gaz. La surexposition peut provoquer l'un ou plusieurs des troubles respiratoires suivants :

- l'inflammation pulmonaire
- l'œdème pulmonaire (accumulation de liquide dans le poumon)
- l'emphysème (perte d'élasticité du tissu pulmonaire)
- la bronchite chronique
- l'asphyxie.

**Le fluorure d'hydrogène (HF) gazeux** peut provenir de la décomposition de l'enrobage des baguettes durant le soudage et irriter les yeux et les voies respiratoires. La surexposition peut blesser les poumons, les reins, le foie et les os. L'exposition continue à de faibles concentrations peut causer l'irritation chronique du nez, de la gorge et des tubes bronchiques.

**L'oxyde d'azote (NOx) gazeux** se libère par la réaction de l'azote et de l'oxygène soumis à la chaleur ou au rayonnement UV. Il est une source d'irritation grave des muqueuses et des yeux. En concentrations élevées, il peut provoquer la toux et la douleur thoracique. L'accumulation de liquide dans les poumons peut survenir plusieurs heures après l'exposition et s'avérer fatale.

**L'ozone** est constitué par l'oxygène de l'air réagissant au rayonnement ultraviolet issu du soudage à l'arc. Il peut représenter une menace lors du soudage à l'arc sous protection gazeuse dans des espaces clos et mal aérés. La surexposition peut causer l'accumulation de liquide dans les poumons (œdème pulmonaire) et mener à la mort.

**Le gaz phosgène** est produit par le réchauffement des dégraissants d'hydrocarbure chloré. La surexposition à ce puissant gaz irritant pulmonaire peut provoquer la collection liquidienne pulmonaire. L'arrêt cardiaque ou respiratoire possible peut provoquer la mort. La manifestation des symptômes peut être retardée d'autant que 72 heures.

**La phosphine, ou hydrogène phosphoré**, est produite lors du soudage de l'acier recouvert d'un enduit anti-rouille. Les fortes concentrations irritent les yeux, le nez et la peau.

**Les asphyxiants** sont des substances qui entravent le transfert tissulaire de l'oxygène. L'individu exposé suffoque lorsque la circulation sanguine ne suffit pas à acheminer l'oxygène en quantités vitales. Il existe deux grandes catégories d'asphyxiants : simples et chimiques.

Les asphyxiants simples raréfient l'oxygène de l'air, ce qui rend la respiration difficile, voire impossible. Les asphyxiants simples liés au soudage comprennent des combustibles et gaz protecteurs couramment utilisés tels que l'acétylène, l'hydrogène, le propane, l'argon, l'hélium et le dioxyde de carbone. Lorsque la concentration d'oxygène normale de 21 % chute à 16 %, des troubles respiratoires

et problèmes d'autre nature tels que le vertige, le bourdonnement d'oreille et l'accélération de la fréquence cardiaque commencent à se manifester.

Les asphyxiants chimiques empêchent l'organisme de distribuer ou d'utiliser l'oxygène. Ils peuvent provenir du coupage au chalumeau des surfaces métalliques revêtues, par exemple, d'inhibiteurs d'oxydation. L'acide cyanhydrique, l'hydrogène sulfuré et le monoxyde de carbone sont des exemples d'asphyxiants chimiques, qui sont tous fortement toxiques.

## Poussières

Les poussières se composent de fines particules solides qui peuvent demeurer en suspension dans l'air et dont la taille est inférieure à 10 micromètres. Cela signifie qu'ils peuvent pénétrer les poumons. Les poussières peuvent émaner des flux et des enrobages des baguettes libérant des phosphates, des silicates et des silices. La plus menaçante de ces substances est la silice, qui peut causer la silicose, trouble pulmonaire causant l'essoufflement.

## RISQUES BIOLOGIQUES

Les risques de nature biologique sont relativement faibles pour les soudeurs du domaine de la construction. Toutefois, l'exposition aux bactéries peut survenir lors du travail dans les égouts, tandis que les systèmes d'aération contaminés par des bactéries et des champignons peuvent causer la légionellose et d'autres affections. Un certain champignon qui croît sur la fiente des oiseaux ou des chauves-souris provoque l'histoplasmosis, maladie qui cause des symptômes semblables à ceux de la grippe. Le contact peut s'effectuer lors de la rénovation ou la démolition de bâtiments contaminés avec de tels excréments.

## Incendies/explosions

Il y a toujours risque de feu lors du soudage. Des substances chimiques réagissant entre elles peuvent produire des mélanges explosifs ou inflammables provoquant l'incendie. Plusieurs substances affichent elles-mêmes un point d'allumage peu élevé et risquent de brûler ou d'exploser lorsqu'on les expose aux chaleurs, aux étincelles, aux scories ou aux flammes courantes lors du soudage. Même la chaleur issue des étincelles produites par le coupage et le meulage peut provoquer l'incendie.

L'oxygène et l'acétylène représentent les risques d'incendie et d'explosion les plus courants du soudage.

L'oxygène pur ne peut brûler ni exploser, mais peut soutenir la combustion d'autres substances, permettant à ces dernières de brûler beaucoup plus rapidement qu'elles le font dans l'air.

N'utilisez jamais l'oxygène sous pression pour retirer la poussière de vos vêtements. Mis en présence de l'acétylène, de l'hydrogène et d'autres gaz combustibles, l'oxygène crée un mélange explosif.

Les bouteilles d'acétylène sont remplies d'une substance poreuse imprégnée d'acétone, le solvant de l'acétylène. L'acétylène étant grandement soluble dans l'acétone sous la pression de la bouteille, on peut le loger en quantités plus grandes que celles que renferment les petites bouteilles sous pression relativement faible.

## Mesures préventives

Les risques du soudage doivent être identifiés, évalués et gérés pour éviter les blessures et les dommages matériels.

Le chapitre de ce manuel traitant du SIMDUT contient des renseignements sur les matières dangereuses que les symboles, étiquettes et fiches signalétiques du SIMDUT peuvent afficher.

Dès qu'un risque lié au soudage est identifié, des mesures de contrôle peuvent s'appliquer à la source, au long du processus ou au niveau du travailleur.

## FACTEURS D'EXPOSITION

Les types et les effets des aérocontaminants issus du soudage dépendent de l'environnement de travail, de la nature du soudage à effectuer, du matériau à souder ainsi que de la posture du soudeur et la technique de soudage.

L'**environnement** du soudage est un facteur très important du degré d'exposition aux fumées, aux vapeurs et aux gaz. Le soudage s'effectue le mieux à l'extérieur ou dans des aires ouvertes soumises à un mouvement modéré de l'air. Le mouvement de l'air est nécessaire à la dispersion des fumées avant que celles-ci n'atteignent le soudeur. Les espaces clos où l'aération ne suffit pas à disperser les contaminants peuvent engendrer de très hauts niveaux d'exposition. Les espaces clos peuvent créer des concentrations de fumées, de vapeurs et de gaz qui menacent la santé et la vie. Le soudage peut également consommer l'oxygène des espaces clos, ce qui peut faire perdre connaissance au soudeur et même le tuer.

Le **métal de base** portant la soudure est un élément important de la production de fumées, de vapeurs et de gaz. Le métal de base vaporisera et alimentera la fumée.

**Les enduits** comme les inhibiteurs d'oxydation ont fait l'objet d'observations de concentrations accrues des fumées pouvant contenir des métaux toxiques. Toutes les peintures et enduits doivent être retirés de la zone de soudage, car ils peuvent accroître le volume et la toxicité des fumées.

La **baguette de soudage** est à la source de jusqu'à 95 % de la fumée. On ne peut pas toujours utiliser les baguettes contenant le moins de substances toxiques, car la composition chimique de la baguette doit correspondre étroitement à celle du métal de base.

Le **gaz protecteur** utilisé pour le procédé SMAW influence la production de contaminants. L'utilisation d'un mélange d'argon et de dioxyde de carbone au lieu du dioxyde de carbone seul permet de réduire d'autant que 25 % la production de fumée. Le monoxyde d'azote que renferme le gaz protecteur destiné au procédé GMAW pour l'aluminium abaisse les concentrations d'ozone.

**Les variantes du procédé de soudage** peuvent avoir un fort impact sur les quantités de fumées produites. En général, les concentrations de fumée accroissent avec l'augmentation du courant, de la taille des baguettes et de la longueur de l'arc. La longueur de l'arc doit être maintenue au minimum, mais suffire par contre à créer de bonnes soudures. La polarité a également une influence. Le soudage à polarité inverse (électrode positive) produira plus de fumées que le soudage à polarité directe (électrode négative).

La **posture et la technique** ont un impact des plus décisifs sur l'exposition. La recherche démontre que des soudeurs différents effectuant des tâches identiques peuvent être exposés à des niveaux qui diffèrent radicalement. Les soudeurs qui s'inclinent près du point de soudage, ceux qui s'interposent dans le panache de fumée et ceux qui allongent l'arc au-delà de ce qui est nécessaire seront beaucoup plus exposés. Le soudeur doit profiter de la ventilation existante (courants transversaux naturels ou forcés) pour soustraire le panache de fumée à sa zone respiratoire.

## VENTILATION

La ventilation est indispensable à tout coupage, soudage et brasage. Une ventilation appropriée se définit comme une utilisation du mouvement de l'air destinée à

- abaisser les concentrations d'aérocontaminants en dessous des limites acceptables dans la zone respiratoire du travailleur et la zone de travail,

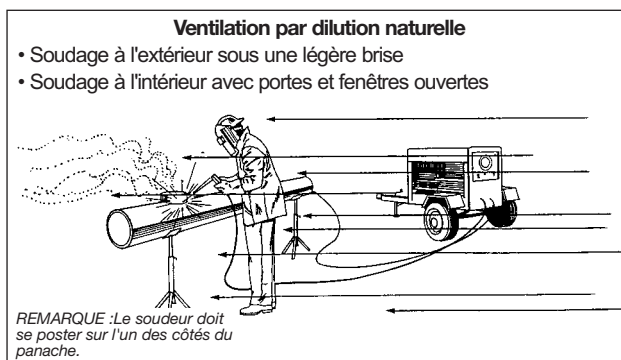
- prévenir l'accumulation de gaz et de vapeurs combustibles et
- prévenir l'appauvrissement ou l'enrichissement de l'air en oxygène.

Certaines mesures doivent être prises pour assurer la ventilation

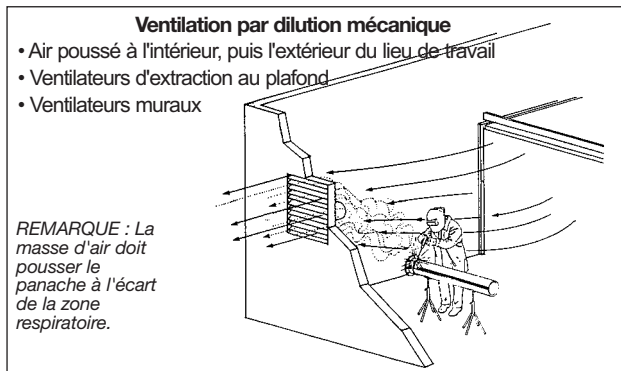
- dans les espaces de moins de 283 mètres cubes par soudeur,
- dans une pièce dont le plafond se situe à moins de 4,9 mètres,
- dans des espaces clos ou des zones où s'érigent des cloisons ou d'autres structures entravant de façon importante la ventilation transversale.

**Ventilation naturelle par dilution** — le soudage à l'extérieur sous une brise légère ou à l'intérieur en laissant fenêtres et portes ouvertes permet un apport de grandes quantités d'air frais qui devraient suffire dans la plupart des cas à disperser les aérocontaminants. Cependant, il est important que le soudeur se place sur l'un des côtés du panache.

La ventilation naturelle par dilution ne doit pas être utilisée seule lors du soudage, du coupage et des procédés connexes dans les espaces clos ou les espaces abritant des structures entravant le mouvement naturel de l'air.



**La ventilation mécanique par dilution** équipe couramment les ateliers de soudage. Des appareils d'aération tels que ventilateurs d'extraction et ventilateurs muraux acheminent l'air extérieur à travers le bâtiment. La ventilation mécanique générale aspirera la plupart du temps le panache hors de la zone respiratoire du soudeur. La quantité d'air frais destiné au soudeur variera selon les particularités de la tâche et la taille de la baguette utilisée. Pour connaître les recommandations quant au volume d'air, consultez l'ouvrage de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists intitulé *Industrial Ventilation: A manual of recommended practice*.



**L'aspiration locale** fait appel à un ventilateur d'extraction, un filtre à air et un réseau de gaines pour le retrait des aérocontaminants à la source et leur expulsion à l'extérieur. L'aspiration locale est préférable à la ventilation par dilution parce qu'elle réussit mieux à empêcher les aérocontaminants de pénétrer la zone respiratoire du soudeur.

On recommande l'aspiration locale pour le soudage produisant des aérocontaminants toxiques ou créant des volumes élevés de fumée, par exemple, durant le procédé GMAW dans des espaces clos peu aérés où les gaz protecteurs peuvent s'accumuler jusqu'à atteindre des concentrations toxiques.

Il existe trois types d'aspiration locale destinée au soudage :

- 1) l'extracteur de fumée portatif à conduit flexible (figure 20.6)
- 2) la torche aspirante (figure 20.7)
- 3) l'établi de soudage à hotte d'aspiration portative ou fixe (figure 20.8).

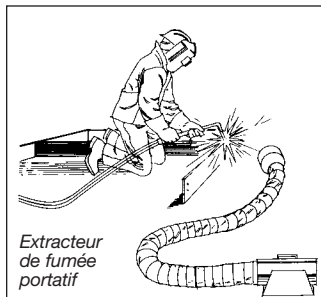


Figure 20.6

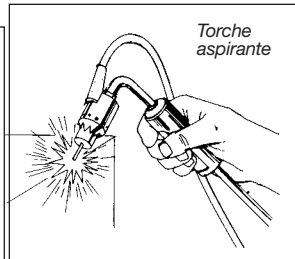


Figure 20.7

Systèmes d'aspiration locale

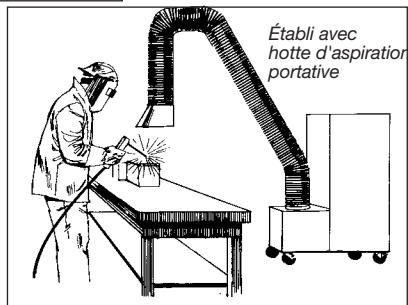


Figure 20.8

L'efficacité de l'aspiration locale dépend de la distance séparant la buse d'aspiration de la source, de la vélocité de l'air et du positionnement de la buse. Les buses d'aspiration doivent être placées près de la source d'aérocontaminants. La buse d'aspiration est placée au-dessus et sur le côté de l'arc pour aspirer les aérocontaminants.

**Avertissement** : Dans tous les procédés à protection gazeuse, une vélocité d'aspiration d'air dépassant 30 mètres à la minute risque d'éliminer le gaz protecteur.

## Exigences de ventilation

Il existe deux méthodes de détermination des besoins de ventilation.

La mesure de l'exposition du soudeur aux aérocontaminants et la détermination de l'efficacité de la ventilation en place s'effectuent par l'échantillonnage de l'air. Étant donné les conditions changeantes du milieu de travail, le contrôle ne convient pas vraiment à la construction.

L'autre méthode fait appel à des tableaux de sélection du type de ventilation selon le procédé, les matériaux, le niveau de production et le degré d'exiguïté relativement au procédé de soudage.

Les lignes directrices associées aux divers procédés de soudage sont décrites dans la norme CAN/CSA-W117.2 de l'Association canadienne de normalisation intitulée *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes*, copyright CSA.

## Autres mesures préventives

La chambre d'air isolante prend la forme d'une boîte métallique munie de manchons et de gants intégrés. L'ouvrage, visible grâce à une fenêtre, est soudé à l'intérieur de la boîte. On fait appel à cette méthode pour le soudage des métaux qui produisent de fortes concentrations de fumées toxiques. Les fumées sont extraites de la chambre d'air isolante et dirigées à l'extérieur, le long d'un conduit.

**Les masques respiratoires** ne sont pas requis pour la plupart des tâches de soudage effectuées dans un milieu bien aéré. Cependant, lorsque la ventilation ou d'autres mesures ne sont pas adéquates, ou lorsque le procédé de soudage libère des fumées toxiques (comme c'est le cas pour l'acier inoxydable et le béryllium), un masque respiratoire doit être porté.

Choisissez le type de masque respiratoire en fonction de l'exposition estimée et de la toxicité des matériaux. Les respirateurs antifumée jetables sont appropriés aux fumées de faible concentration et peu toxiques. Pour les expositions plus élevées, ou aux fumées toxiques, le demi-masque respiratoire muni de cartouches adaptées aux fumées de soudage doit être utilisé (figure 20.9).

Dans les milieux où les concentrations de fumées ou de gaz peuvent poser un danger immédiat, un appareil respiratoire autonome (ARA)

ou un respirateur à adduction d'air accompagné d'une bouteille de réserve doit être utilisé (figure 20.10). N'utilisez que les respirateurs à adduction d'air ou les appareils autonomes dans les espaces où des gaz peuvent s'accumuler, ou là où l'oxygène peut se raréfier.

Le soudeur qui doit porter un respirateur doit être instruit des directives appropriées à l'ajustement, à l'utilisation et à l'entretien de l'appareil. Pour obtenir plus d'informations, consultez le chapitre Protection de l'appareil respiratoire de ce manuel.

## PRÉVENTION DES INCENDIES

Les étincelles et scories issues du coupage, du meulage et du soudage peuvent être projetées sur de grandes distances et disparaître à travers les fentes des murs ou des planchers. Elles peuvent entrer en contact avec des matériaux inflammables ou du matériel électrique. Des incendies ont pris source dans des matériaux couvrant le feu des heures suivant les travaux effectués.

Appliquez les mesures suivantes pour prévenir les incendies et les explosions.

- Obtenez un permis de travaux à haute température de la personne chargée de la sécurité.
- Retirez tout matériau inflammable ou explosif de la zone de soudage.
- Utilisez un détecteur de gaz inflammable ou d'oxygène pour déceler la présence d'une atmosphère dangereuse.
- Prévoyez des coupe-feu tels que tôles ou couvertures antifeu et colmatez les fissures et crevasses des planchers

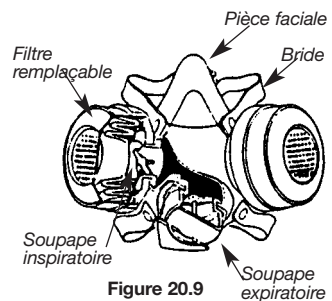


Figure 20.9

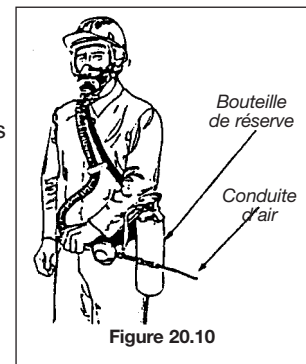


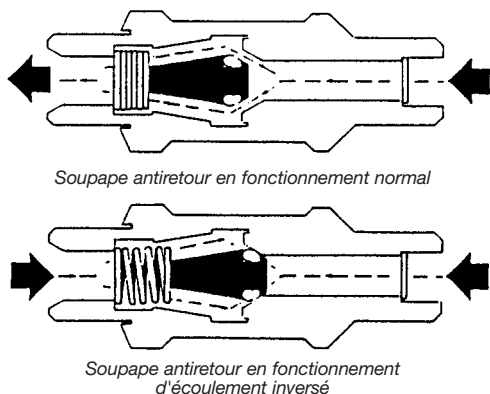
Figure 20.10



- afin d'y empêcher le passage des étincelles et des scories.
- Mettez à disposition des extincteurs d'incendie convenant aux types de flammes potentielles. Sachez où se situent les extincteurs et la façon de les utiliser.
- Prévoyez un surveillant des incendies au besoin : un travailleur qui pourra déceler tout incendie pendant la tâche de soudage et au moins au cours des trente minutes qui suivent. Cette personne doit avoir reçu une formation complète sur l'emplacement des avertisseurs d'incendie et le matériel de lutte contre les incendies. Certaines situations peuvent dicter la surveillance à plus d'un endroit, tel que de chaque côté d'un mur ou sur plus d'un étage.

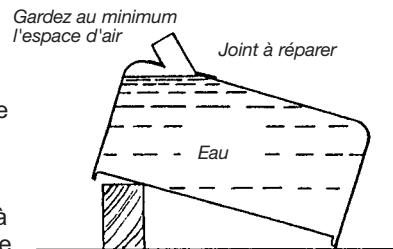
Les chalumeaux coupeurs doivent être dotés de soupapes antiretour d'écoulement inversé et de pare-flammes pour prévenir les retours de flamme et les explosions (figure 20.11). Ces soupapes doivent être installées selon les directives du fabricant.

Les barils, réservoirs et contenants fermés où logeaient des substances inflammables ou combustibles doivent être nettoyés à fond avant le soudage ou le coupage. À titre de précaution



**Figure 20.11**

additionnelle, retirez les résidus du contenant à l'aide d'un gaz inerte tel que l'azote ou le dioxyde de carbone et remplissez-le d'eau jusqu'à quatre ou cinq centimètres de la zone à souder ou découpez une ouverture à l'air libre (figure 20.12).



**Figure 20.12**

Plusieurs contenants ayant renfermé des substances inflammables ou combustibles posent des problèmes particuliers. Consultez le fabricant ou la fiche signalétique pour obtenir des détails.

## Soudage et coupage à l'arc

### MATÉRIEL

N'utilisez que les porte-électrodes précisément conçus pour le soudage et le coupage à l'arc, et qui peuvent soutenir en toute sécurité la puissance nominale maximale requise par l'électrode.

Toute pièce d'acheminement de courant passant de la zone du porte-électrode dans la main du soudeur ou du coupeur aux surfaces externes des pinces du porte-électrode doit être totalement isolée de la tension maximale de mise à la terre.

Les câbles de soudage et de coupage à l'arc doivent être complètement isolés, flexibles et adaptés aux pointes de

courant maximales liées à la tâche, ainsi qu'au facteur de marche du travail du soudeur ou du coupeur.

Évitez de réparer ou d'épisser le câble à moins de 3 mètres de l'extrémité reliant le porte-électrode. Au besoin, utilisez des connecteurs ou aboutements isolés standards comportant les mêmes caractéristiques d'isolation que celles du câble utilisé. Les connexions établies à l'aide de languettes de contact de câble doivent être solidement reliées l'une à l'autre afin d'assurer un bon contact électrique. Les parties exposées des languettes doivent être totalement isolées. N'utilisez pas les câbles dont la gaine isolante présente des fissures ou des bris, ou dont les fils conducteurs ou connecteurs sont exposés.

Un câble de soudage doit afficher une intensité de courant admissible équivalente ou supérieure à l'intensité maximale du poste de soudage ou de coupage.

**Avertissement :** N'utilisez jamais les éléments suivants dans l'acheminement du courant :

- grues
- palans
- chaînes
- câbles métalliques
- structures de levage
- pipelines contenant des gaz ou des liquides inflammables
- conduits abritant des circuits électriques.

Le câble de retour, souvent improprement nommé câble de masse, doit être branché le plus près possible de la soudure afin d'assurer que le courant retourne directement à la source par l'intermédiaire de câble de retour.

Tous les raccords d'une structure employée comme câble de retour doivent comporter des contacts électriques appropriés. Vérifiez régulièrement la structure afin d'assurer qu'elle est toujours sûre. N'utilisez jamais une structure en tant que circuit, lorsqu'elle produit un arc, des étincelles ou la chaleur en tout point.

Les logements de tous les postes de soudage et de coupage à l'arc doivent être mis à la masse selon les normes de la CSA ou des organismes de réglementation. Inspectez toutes les connexions de mise à la masse pour assurer qu'elles sont mécaniquement intactes et appropriées au courant électrique requis.

### PROCÉDURES

- Lorsqu'un porte-électrode doit être laissé sans surveillance, retirez l'électrode et placez-le de façon qu'il n'entre pas en contact avec un autre travailleur ou des objets conducteurs.
- Ne changez jamais une électrode à mains nues ou à l'aide de gants mouillés.
- Ne plongez pas un porte-électrode chaud dans l'eau pour le refroidir.
- Gardez les câbles au sec et à l'écart des graisses pour éviter la détérioration prématurée de leur gaine.
- Les câbles devant être posés sur le plancher ou le sol doivent être protégés contre les bris et l'enchevêtrement.
- Gardez les câbles de soudage à l'écart des cordons d'alimentation et des fils à haute tension.
- N'utilisez jamais une partie de votre corps pour enrouler ou boucler un câble de soudage.
- Ne soudez jamais à l'aide de câbles enroulés ou embobinés sur un rouleau. Déroulez et étendez les câbles durant leur utilisation.
- Avant de déplacer un poste de soudage ou de coupage, ou lorsqu'un poste doit être laissé sans surveillance, coupez l'alimentation.

- Faites état de toute défectuosité ou tout bris de matériel à votre supérieur.
- Lisez et appliquez avec soin les directives du fabricant du matériel.
- Prévenez les chocs en utilisant des porte-électrodes et câbles bien isolés, des vêtements et gants secs, des bottes de sécurité à semelle de caoutchouc et du matériel (tels que des panneaux) d'isolation lors du travail des métaux.
- Les travaux de soudage et de coupage à l'arc doivent être abrités d'écrans non combustibles ou ignifugés pour protéger les autres travailleurs du rayonnement direct de l'arc.
- Recouvrez d'écrans les solvants chlorés exposés à l'arc ou distancez-les d'au moins 60 mètres. Les surfaces traitées aux solvants chlorés doivent être asséchées complètement avant leur soudage. Ceci est particulièrement important lors du soudage à l'arc sous protection gazeuse avec fil-électrode fusible, car ce procédé génère de forts niveaux de rayonnement ultraviolet.
- Vérifiez l'inflammabilité et la toxicité de tout enduit protecteur avant le soudage, le coupage ou le chauffage. Les enduits inflammables doivent être retirés de la surface à souder. Dans les endroits fermés, les enduits protecteurs doivent être retirés sur plusieurs centimètres autour de la zone d'application de la chaleur, ou le soudeur doit être protégé à l'aide d'un respirateur à adduction d'air. À l'air libre, un respirateur à cartouche filtrante approprié doit être utilisé. De façon générale, consultez la fiche signalétique du fabricant pour tout enduit protecteur afin d'obtenir des renseignements sur la toxicité et l'équipement de protection individuelle requis.
- Coupez l'alimentation avant de raccorder le poste de soudage au circuit d'alimentation électrique du bâtiment.

## Soudage et coupage oxyacétyléniques

### MANIPULATION DES BOUTEILLES

- N'acceptez pas ou n'utilisez pas une bouteille de gaz sous pression dépourvue d'une indication de son contenu exact.
- Transportez les bouteilles fixées dans un chariot manuel lorsque cela est possible. Ne les traînez jamais.
- Protégez les bouteilles et tous les tuyaux et raccords contre les dommages.
- Ne levez pas les bouteilles à l'aide d'élingues ou d'aimants. Utilisez un chariot ou un diable adapté aux bouteilles (figure 20.13)
- Ne laissez jamais chuter ni s'entrechoquer les bouteilles violemment.
- Inscrivez VIDE ou MT à la craie sur les bouteilles vides. Fermez les robinets et remplacez les capuchons protecteurs.
- Arrimez les bouteilles à transporter pour éviter le déplacement ou le dérèglement.
- Considérez toujours les bouteilles comme étant pleines et manipulez-les en conséquence.
- Pour obtenir des réponses aux questions sur les procédures de manutention, consultez le fabricant, le fournisseur ou les fiches signalétiques.

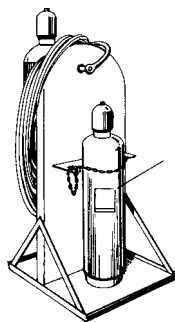


Figure 20.13

### ENTREPOSAGE DES BOUTEILLES

- Entrez les bouteilles à la verticale dans un endroit sûr, sec, bien aéré et spécialement aménagé à cette fin.
- N'entrez jamais des substances inflammables ou

combustibles telles que l'huile et l'essence dans la même zone.

- N'entrez jamais les bouteilles près des ascenseurs, des passerelles, des puits d'escalier, des sorties ou dans des endroits où elles pourraient être endommagées ou renversées.
- N'entrez pas les bouteilles d'oxygène à moins de 6 mètres d'autres bouteilles contenant des gaz inflammables, à moins qu'une paroi s'interpose entre elles d'une hauteur de 1,5 mètre, ayant un indice de résistance au feu d'au moins 30 minutes (figure 20.14).
- Entrez les bouteilles vides séparément des pleines.
- Interdisez l'usage du tabac dans la zone d'entreposage.

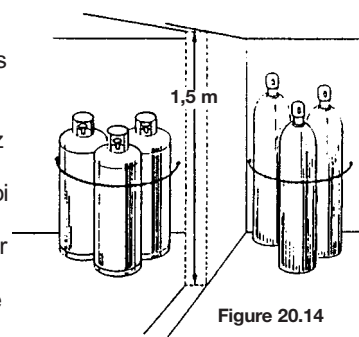


Figure 20.14

### UTILISATION DES BOUTEILLES

- Placez les bouteilles d'oxygène et d'acétylène dans un chariot approprié et muni d'un extincteur d'incendie (figure 20.15). Fixez les bouteilles à la verticale.
- Conservez le capuchon du robinet de la bouteille en place lorsque la bouteille n'est pas utilisée.
- Ne forcez pas en place des raccords inadaptés sur les filets de la bouteille.
- Ouvrez lentement le robinet de la bouteille. N'utilisez que le volant, la clavette de soupape ou la clé spéciale provenant du fournisseur.
- Utilisez toujours un régulateur détenteur avec les gaz comprimés. Pour obtenir plus d'informations, consultez l'encadré plus bas.
- Avant de raccorder un régulateur à une bouteille, faites légèrement fuir la bouteille pour évacuer de l'ouverture les débris ou poussières pouvant s'y loger. Postez-vous de l'un des côtés de l'ouverture et assurez-vous que celle-ci n'est pas dirigée vers une personne, un autre lieu de soudage, des étincelles ou une flamme nue.
- N'ouvrez le robinet de la bouteille que de 1/2 tour, à moins d'une indication de portée d'étanchéité arrière.
- N'utilisez pas l'acétylène à des pressions supérieures à 15 psig.
- Ne permettez jamais à des étincelles, des métaux en fusion, au courant électrique ou à la chaleur excessive d'atteindre les bouteilles.
- Ne lubrifiez jamais les robinets et les accessoires des bouteilles d'oxygène à l'aide d'huiles et de graisses. Ne les manipulez jamais avec des mains, des gants ou des vêtements imprégnés d'huile. L'oxygène mélangé à l'huile ou la graisse peut devenir très combustible.
- Ne déposez jamais des bouteilles dans des pièces non aérées ou closes.
- Ne substituez pas l'oxygène à l'air comprimé pour actionner des outils pneumatiques.
- Relâchez la pression exercée sur le régulateur avant de le retirer du robinet de la bouteille.

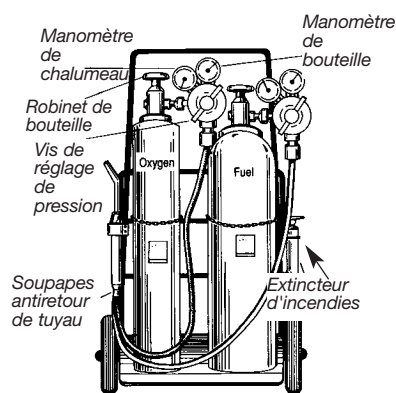


Figure 20.15



- Lorsque le gaz vient à manquer, éteignez la flamme et raccordez le tuyau à une nouvelle bouteille. Purgez la canalisation avant de rallumer le chalumeau.
- Lorsque la tâche est accomplie, purgez les régulateurs, puis fermez-les. Fermez les bouteilles à l'aide d'une manette ou d'une clé appropriée.

**Régulateurs de pression**

Les bouteilles d'oxygène ou de gaz combustibles doivent être munies de régulateurs de pression destinés à maintenir une alimentation constante et contrôlée du gaz vers le chalumeau.

Les régulateurs d'oxygène doivent comporter une soupape de sûreté qui, dans le cas d'une rupture du diaphragme, décharge sans danger la pression de la bouteille et prévient l'explosion du régulateur.

Chaque régulateur (autant oxygène que gaz combustible) doit comporter un manomètre du contenu haute pression et un manomètre de pression de fonctionnement. Postez-vous toujours sur l'un des côtés des faces du manomètre lors de l'ouverture des robinets de bouteille.

Pour éviter l'installation des régulateurs sur les mauvaises bouteilles, les bouteilles et régulateurs d'oxygène sont filetés *vers la droite*, tandis que la plupart des bouteilles et régulateurs de gaz combustible sont filetés *vers la gauche*.

Des filets intérieurs et des filets extérieurs, ainsi que des différences dans les diamètres, servent aussi à prévenir les raccordements fautifs.

**Les tuyaux et raccords de tuyau** doivent être de couleurs différentes selon qu'ils acheminent l'oxygène ou l'acétylène. Le rouge identifie habituellement le gaz combustible, et le vert, l'oxygène. L'écrou d'union de l'acétylène affiche une entaille autour du centre pour indiquer un filet vers la gauche.

- Protégez les tuyaux contre la circulation, les étincelles volantes, les scories et les dommages. Évitez de les plier et de les emmêler.
- Colmatez les fuites immédiatement et adéquatement. Vérifiez la présence de fuites par immersion du tuyau dans l'eau.
- Utilisez des soupapes antiretour d'écoulement inversé et pare-flammes selon les instructions du fabricant (figure 20.11).
- N'utilisez pas les tuyaux qui ont subi un retour de flamme ou qui affichent des signes d'usure ou de bris sans les soumettre d'abord à des essais appropriés et complets.

**Les claquements** se produisent lorsque la flamme rentre dans la buse du chalumeau et s'accompagnent habituellement d'un craquement intense. Les claquements surgissent habituellement lorsque la buse touche l'ouvrage ou la pression utilisée est trop faible.

**Le retour de flamme** est beaucoup plus grave. La flamme rentre à l'intérieur du chalumeau en produisant un grincement ou un sifflement. Lorsque le phénomène se produit, suivez les directives du fabricant quant à la séquence du processus d'extinction du chalumeau.

Il existe plusieurs différentes marques, versions et formes de chalumeau. Aucune procédure ou séquence particulière ne peut donc s'appliquer à l'allumage, au réglage et à l'extinction de tous les chalumeaux. Suivez toujours les directives du fabricant.

**Résumé de l'oxyacétylène**

**Mise en service**

- Gardez les bouteilles à l'écart des sources de chaleur et à l'abri des dommages et fixez-les à la verticale.
- Postez-vous de l'un des côtés et faites légèrement fuir les soupapes de la bouteille afin d'évacuer la poussière.
- Fixez les régulateurs aux bouteilles respectives. Serrez les écrous à l'aide d'une clé appropriée.
- Relâchez les vis de réglage de la pression des régulateurs.

- Raccordez le tuyau vert au régulateur de l'oxygène et le tuyau rouge au régulateur du gaz combustible.
- Raccordez les tuyaux au chalumeau : vert à l'entrée d'oxygène et rouge à l'entrée de gaz combustible.
- Raccordez la chambre de mélange et la tête de soudage au manche du chalumeau.
- Ouvrez le robinet de la bouteille d'oxygène lentement et complètement.
- Ouvrez le robinet de la bouteille de gaz combustible de  $\frac{3}{4}$  à  $1\frac{1}{2}$  tours.
- Ouvrez le robinet d'oxygène du chalumeau. Tournez la vis de réglage du régulateur de pression de l'oxygène jusqu'à obtenir la pression désirée. Continuez la purge par évacuation d'oxygène pendant environ 10 secondes pour chaque section de 30 mètres de tuyau. Fermez le robinet d'oxygène du chalumeau.
- Ouvrez le robinet de gaz combustible du chalumeau. Tournez la vis de réglage du régulateur de pression du gaz combustible jusqu'à obtenir la pression désirée et purgez pendant environ 10 secondes pour chaque section de 30 mètres de tuyau. Fermez le robinet de gaz combustible du chalumeau.
- Pour l'allumage du chalumeau, suivez les directives du fabricant. **N'UTILISEZ PAS DES ALLUMETTES.**
- Réglez la flamme selon le besoin.

**Mise hors service**

- Fermez les robinets du chalumeau selon les directives du fabricant.
- Fermez le robinet de la bouteille de gaz combustible.
- Fermez le robinet de la bouteille d'oxygène.
- Videz le conduit de la bouteille de gaz combustible en ouvrant brièvement le robinet du gaz combustible du chalumeau. Fermez le robinet. Videz le conduit d'oxygène de la même façon.
- Ouvrez de nouveau les deux robinets du chalumeau.
- Relâchez les vis de réglage de la pression des deux régulateurs.

Régulateurs et chalumeaux peuvent maintenant être débranchés.

**BRASAGE À L'ARGENT**

Le brasage à l'argent sert à joindre les métaux et l'acier aux combinaisons de métaux dissemblables lorsqu'une telle union ne peut s'effectuer qu'à basse température. Il est employé entre autres pour les installations médicales et de laboratoire, ou le matériel frigorifique, aérospatial et électronique. Lors du brasage, les principaux risques sont liés à la chaleur, aux substances chimiques et aux fumées.

Les fumées issues du brasage peuvent poser de graves dangers. Le réchauffement des flux de brasage produit la fumée fluorée. Le cadmium des alliages de brasage à l'argent s'évapore lorsqu'il est surchauffé et se transforme en oxyde de cadmium, une substance hautement toxique. Les fumées d'oxyde de cadmium qui pénètrent les voies respiratoires peuvent causer la détresse respiratoire et l'essoufflement, et mener, dans les cas d'expositions intensives, à la mort.

La cause la plus déterminante dans la génération de fumées d'oxyde de cadmium est la surchauffe du métal d'apport de brasage à l'argent. Le contrôle de la température lors du brasage à l'argent doit s'effectuer avec grande précaution. La flamme du chalumeau ne doit jamais être appliquée directement à la baguette d'apport de brasage à l'argent. La chaleur du métal de base doit servir à fondre et distribuer le métal d'apport de brasage.

Les pièces plaquées de cadmium représentent un risque accru de production de fumées de cadmium, puisque le brasage de ces pièces exige l'application de la flamme directement sur le métal de base. Le placage de cadmium doit être retiré avant le réchauffement ou le brasage. Lorsque surviennent des doutes quant au métal de base, consultez le fournisseur de la pièce.

## Le brasage à l'argent en sécurité

- Ne réchauffez pas et ne brasez pas des pièces plaquées de cadmium.
- Lisez les étiquettes des métaux d'apport et des flux, et suivez les instructions à la lettre.
- Effectuez la tâche dans un endroit bien aéré et portez un respirateur à adduction d'air.
- Chauffez directement le métal de base, et non le métal d'apport de brasage.
- Ne surchauffez ni le métal de base, ni le métal d'apport de brasage.
- Lavez-vous les mains à fond après la manipulation de flux de brasage et de métaux d'apport.

## Espaces clos

Le soudage dans des endroits fermés ou des espaces clos augmente les risques pour le soudeur. L'employeur doit prévoir une procédure de sauvetage écrite relativement aux espaces clos.

En plus des procédures décrites au chapitre de ce manuel traitant des espaces clos, observez les précautions suivantes.

- Inspectez tous les fils et toutes les connexions électriques qui doivent être amenés dans l'espace clos.
- Soumettez les tuyaux et raccords à gaz à des essais de vérification de fuite pour éliminer le risque d'introduction de gaz dans l'espace clos.
- Vérifiez la présence de systèmes électriques sous tension et de fils conducteurs découverts.
- Utilisez les hublots d'inspection, les jauges et des informations du personnel chargé de l'installation pour évaluer les risques liés aux dépôts laissés dans l'espace sous forme de liquides, de solides, de boues ou de calamine.
- Isolez l'espace de tout système hydraulique, pneumatique, électrique ou à vapeur, qui pourrait créer des risques à l'intérieur de l'espace clos. Utilisez des méthodes d'isolation telles que charges à blanc, caches, purges, chaînes, verrous et le blocage de l'énergie emmagasinée. Étiquetez le matériel isolé.
- Une personne compétente doit vérifier et évaluer l'atmosphère avant l'entrée des travailleurs dans l'espace clos et tout au long du travail à y accomplir. Il se peut que l'atmosphère y soit déjà dangereuse ou que des gaz et vapeurs s'y accumulent durant le coupage ou le soudage. Il est possible que la concentration d'oxygène augmente ou diminue.
- Ventilez l'espace à l'aide d'air pur avant l'entrée et maintenez la ventilation aussi longtemps qu'il est nécessaire à prévenir l'accumulation de gaz, de fumées ou de vapeurs à risque.
- Les gaz n'ayant pas tous la même densité, ils peuvent s'accumuler au sol, au plafond ou entre ces deux zones. Le contrôle de l'air doit s'effectuer d'un bout à l'autre de l'espace.
- Placez les bouteilles de gaz comprimé et l'alimentation de soudage à l'extérieur de l'espace clos.
- Lorsque cela est possible, allumez et réglez à l'extérieur de l'espace la flamme de gaz oxygéné destinée à la tâche, puis acheminez le chalumeau à l'intérieur. De même, acheminez le chalumeau à l'extérieur de l'espace, puis éteignez-le.
- Lorsque vous quittez l'espace clos, retirez le chalumeau et les tuyaux, et coupez l'alimentation en gaz.
- S'il est impossible d'effectuer une ventilation adéquate, utilisez un respirateur à adduction d'air approprié.

Il est de la responsabilité de l'employeur de prévoir un **plan de sauvetage d'urgence** et d'en informer toutes les personnes concernées. Chaque personne doit savoir ce qu'il faut faire et comment le faire rapidement. Consultez le chapitre sur les espaces clos de ce manuel.

## Équipement de protection individuelle

En plus de l'équipement de protection obligatoire pour tous les travailleurs de la construction, les soudeurs doivent porter des gants à crispin, tabliers, jambières, épaulières, protège-bras, calottes et protège-oreilles à l'épreuve des flammes.

Les vêtements doivent être fabriqués de tissus non synthétiques, tels que la laine. Les vêtements en laine sont préférables à ceux en coton, car ils risquent moins de s'enflammer. Gardez les manches étendues et les collets boutonnés. Portez des chemises à poches à rabats fermés et des pantalons sans revers. Retirez vos bagues, montres et autres parures. Ne rangez jamais d'allumettes ni de briquets dans vos poches. Les vêtements doivent être dépourvus d'huile et de graisse.

Portez des chaussures de catégorie 1 CSA lacées jusqu'au sommet pour empêcher l'entrée d'étincelles et de scories.

Des écrans ou des cloisons de protection doivent être érigés pour protéger les personnes contre l'éblouissement de l'arc, le rayonnement ou l'éclaboussure. Les parois doivent être non réfléchissantes et permettre la circulation de l'air au niveau du sol et du plafond. Lorsque l'érection de parois est impossible ou inefficace, les travailleurs aux environs du soudage doivent porter des lunettes protectrices adéquates et tout autre équipement requis.

Une signalisation doit avertir les autres personnes des risques du soudage.

## PROTECTION DES YEUX ET DU VISAGE

Les casques de soudeur protègent le visage, le cou, le front, les oreilles et les yeux contre le rayonnement, la chaleur, l'électricité et les impacts. Deux types existent : le casque à écran fixe et le casque à devant relevable ou écran basculant.

Le type à devant relevable doit comporter un verre de sécurité résistant aux chocs ou un écran à l'intérieur de la monture près des yeux pour protéger le soudeur des particules volantes lorsque le devant est relevé. Tous les verres combinés doivent comporter un verre ou un écran de sécurité transparent résistant aux chocs près des yeux.

Certains modèles spéciaux intègrent des protège-oreilles antibruit et des dispositifs de purification d'air. Des écrans à verre de prescription spécialement fabriqués à des puissances précises sont disponibles pour les travailleurs devant utiliser des verres correcteurs.

Un écran à verre de soudage à l'arc type est illustré à la figure 20.16.

L'écran filtrant ou teinté protège contre le rayonnement. Il faut utiliser un écran filtrant d'une teinte de verre appropriée pouvant bloquer les rayons dangereux et les réduire à une intensité inoffensive. Les lignes directrices quant au choix sont indiquées à la figure 20.17.

Il existe plusieurs filtres spéciaux qui s'ajoutent aux filtres verts habituels. Certains améliorent la vision par réduction des reflets jaunes ou rouges. D'autres facilitent l'évaluation colorimétrique de la température. Certains verres filtrants comportent un revêtement d'or qui réfléchit les rayons pour offrir une protection supplémentaire.

Les écrans à main pour soudeur sont conçus de façon à protéger les yeux et le visage contre le

Le verre de soudage à l'arc se divise en trois parties. La partie extérieure est en plastique ou verre trempé transparent. Elle protège le verre filtrant contre les dommages. La partie centrale est un verre filtrant teinté qui intercepte la lumière dangereuse. Le verre interne est transparent et doit être en plastique.

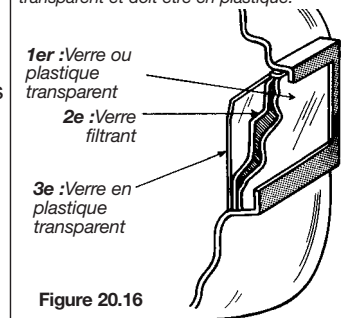


Figure 20.16

rayonnement et les chocs. Ils sont similaires aux casques de soudeur, mais ne sont pas du type à devant relevable.

Des lunettes à écrans latéraux complets conçues pour protéger contre les rayons UV et les objets volants, et des verres filtrants appropriés doivent toujours être portés en combinaison avec les casques de soudeur ou écrans à main de soudeur pleine taille.

Lorsqu'une réduction modérée de la lumière visible est requise (par exemple, le soudage sous gaz), portez des lunettes à coques ou des surlunettes dotées de verres filtrants protégeant du rayonnement. Ces lunettes doivent comporter des événements réduisant la buée et des cloisons prévenant la fuite du rayonnement vers l'intérieur des coques.

Le port de lentilles de contact n'est pas conseillé aux soudeurs, car les poussières et saletés en suspension dans l'air peuvent provoquer une forte irritation oculaire sous les lentilles.

**PROTECTION AUDITIVE**

Consultez le chapitre de ce manuel traitant de la protection auditive. Le soudeur peut trouver que les protège-oreilles encombrant et gênent le port du casque de soudeur. Les bouchons d'oreille peuvent s'avérer plus adaptés, mais ils doivent être insérés adéquatement afin d'assurer la protection.

Les soudeurs doivent se soumettre à un examen de l'ouïe environ tous les ans. Votre médecin peut planifier une épreuve auditive élémentaire. Dès que l'oreille est atteinte, le problème peut facilement s'avérer irréversible. Les examens peuvent déceler les signes de trouble auditif et préserver l'ouïe restante.

**Consultez la section Essais et contrôles radiographiques sur la page suivante.**

**Guide de sélection des filtres de soudage**

Les numéros de filtre ne sont donnés qu'à titre indicatif et peuvent varier selon les besoins individuels.

Procédé	Diamètre d'électrode	Courant d'arc	Numéro de filtre minimum	N° de filtre conseillé <sup>1</sup> (confort)
	mm (32ème de po)	(ampères)		
<b>Soudage à électrode enrobée (SMAW)</b>	moins de 2,5 (3)	moins de 60	7	–
	2,5-4 (3-5)	60-160	8	10
	4-6,4 (5-8)	>160-250	10	12
	plus de 6,4 (8)	>250-550	11	14
<b>Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein et avec fil fourré (GMAW)</b>		moins de 60	7	–
		60-160	10	11
		>160-250	10	12
		>250-500	10	14
<b>Soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène (GTAW)</b>		moins de 50	8	10
		50-150	8	12
		>150-500	10	14
<b>Coupage air-arc (léger)</b>		moins de 500	10	12
<b>Coupage à l'arc (lourd)</b>		500-1000	11	14
<b>Soudage plasma arc (PAW)</b>		moins de 20	6	6 à 8
		20-100	8	10
		>100-400	10	12
		>400-800	11	14
<b>Coupage plasma arc (PAC)</b>	léger <sup>2</sup>	moins de 300	8	9
	moyen	300-400	9	12
	lourd	>400-800	10	14
<b>Brasage au chalumeau (TB)</b>		–	–	3 ou 4
<b>Brasage tendre aux gaz (TS)</b>		–	–	2
<b>Soudage à l'arc au carbone (CAW)</b>		–	–	14
<b>Soudage sous gaz (GW)</b>	<b>Épaisseur de plaque</b>			
		<b>mm</b>	<b>po</b>	
	léger	moins de 3,2	moins de 1/8	4 ou 5
	moyen	3,2 à 13	1/8 à 1/2	5 ou 6
lourd	plus de 13	plus de 1/2	6 à 8	
<b>Oxycoupage (OC)</b>	léger	moins de 25	moins de 1	3 ou 4
	moyen	25 à 150	1 à 6	4 ou 5
	lourd	plus de 150	plus de 6	5 ou 6

**Figure 20.17**

1. Les numéros de filtre s'appliquent en règle générale. On recommande d'utiliser d'abord un filtre trop opaque, à l'aide duquel il sera impossible de voir la zone de soudage. On doit ensuite recourir au filtre moins opaque qui offrira une vision suffisante de la zone de soudage en respectant le minimum. Lors du soudage aux gaz ou de l'oxycoupage produisant une vive lumière jaune, il est souhaitable d'utiliser un verre filtrant qui absorbe l'onde jaune ou sodique de la lumière visible du procédé (spectre).
2. Ces valeurs s'appliquent lorsque l'arc lui-même est clairement visible. En pratique, il serait possible d'utiliser des filtres légers lorsque l'ouvrage masque l'arc.

Reproduit avec l'autorisation de l'American Welding Society.



## Essais radiographiques et aux rayons X

Certains ouvriers de la construction rencontreront des situations où des soudures, métaux ou revêtements spéciaux devront être soumis à des essais sur place sans recours à la destruction.

Certaines méthodes font appel à

- 1) la radiographie des matériaux en général à l'aide d'une source radioactive
- 2) les essais aux rayons X appliqués aux sections plus épaisses.

La radiographie en territoire canadien est soumise aux lois fédérales qu'applique la Commission de contrôle de l'énergie. Les utilisateurs doivent être autorisés et les techniciens formés selon un programme de l'Office des normes générales du Canada (ONGC).

Les essais aux rayons X sont régis par les lois provinciales, dont le règlement 632/86, en Ontario.

Tandis que les utilisateurs autorisés doivent respecter plusieurs exigences dans les deux cas, cette section ne traitera que des lignes directrices relatives à la santé et la sécurité lors de l'utilisation sur place.

### ESSAIS RADIOGRAPHIQUES

Les utilisateurs autorisés de systèmes d'essais radiographiques sont responsables de la sécurité générale des lieux, du transport, des mesures d'urgence et de la production de rapports.

Les essais radiographiques doivent être effectués en présence de personnes accréditées aux termes de la norme 48GP4a de l'ONGC. Ces personnes sont habituellement employées par des organismes d'essais.

Les matières et le matériel radiographiques doivent être conservés sous clé dans des contenants de rangement blindés accessibles seulement au personnel accrédité. Les contenants doivent être clairement marqués et conservés dans un endroit auquel n'accèdent habituellement pas les travailleurs. Certaines autres exigences particulières peuvent s'appliquer, selon la puissance de la source radioactive et l'emplacement.

L'utilisation sur place de caméras radiophotographiques doit s'accompagner de dosimètres de poche, de radiamètres, d'écrans directionnels, de cordons de délimitation, de panneaux d'avertissement de radiographie et de contenants de confinement des sources.

### Mesures de sécurité générales

- Les essais radiographiques doivent être effectués, lorsque cela est possible, hors des quarts de travail et au moment où la zone de travail est le plus désertée. La puissance de la source radiographique ne doit pas dépasser ce qui est requis pour la tâche. Il ne revient habituellement pas au personnel du chantier de construction de déterminer la puissance de la source.
- Le matériel doit être vérifié avant son utilisation. La réglementation prévoit une liste d'éléments à vérifier, mais cette vérification n'est normalement pas confiée au personnel du chantier.
- Avant de déplacer la caméra radiophotographique à la suite d'essais, la zone doit être vérifiée à l'aide d'un radiamètre.
- Les utilisateurs autorisés doivent tenir des registres sur l'utilisation des sources, indiquant les dates, les heures, les lieux et autres renseignements. Ces registres doivent être accessibles à la Commission de contrôle de l'énergie. Il incombe également aux utilisateurs d'aviser le service local des incendies de toute présence de matière radioactive sur

le territoire administratif pour plus de 24 heures.

Le respect de certaines exigences précises liées aux caméras radiophotographiques est la responsabilité des personnes autorisées à manœuvrer ce matériel.

- Le fonctionnement et le calibrage du radiamètre doivent être vérifiés afin d'assurer leur conformité.
- Des cordons de délimitation doivent être installés autour de la zone où seront menés les essais à moins que la zone soit isolée et l'accès contrôlé. La délimitation doit s'établir en fonction de la puissance de la source.
- Des panneaux d'avertissement doivent être installés le long de la délimitation.
- Une surveillance doit s'effectuer pour assurer qu'aucune personne non autorisée ne pénètre la zone d'essai.
- Avant l'ouverture de l'obturateur de la caméra et la mise en œuvre de l'essai, la zone doit être adéquatement blindée.
- Les membres du personnel œuvrant à l'intérieur de la zone d'essai doivent se munir de dosimètres individuels. Des dosimètres sont également conseillés aux autres travailleurs situés aux environs immédiats de la délimitation.

### ESSAIS AUX RAYONS X

Certaines mesures élémentaires de santé et de sécurité s'imposent lors de la soumission des soudures et des métaux aux rayons X.

- Des mesures efficaces doivent viser à prévenir la mise en service du matériel par des personnes non autorisées.
- Un dispositif doit être mis en place pour témoigner de l'alimentation du tube radiogène.
- Le logement doit isoler adéquatement la personne manœuvrant l'appareil.
- Les employés utilisant du matériel à rayons X doivent aviser le ministère du Travail de leur possession d'un tel appareillage.
- Les employeurs doivent nommer des personnes chargées du matériel à rayons X qui sont compétentes et formées en la matière, et doivent indiquer au ministère du Travail les noms des personnes ainsi désignées.

Les mesures et procédures à l'emplacement des essais aux rayons X sont semblables à celles exigées pour les essais radiographiques. Les responsabilités suivantes incombent à l'employeur.

- Effectuer les essais hors des quarts de travail.
- Cerner la zone d'essai si elle ne peut être isolée ou si l'accès ne peut y être contrôlé.
- Installer des affiches d'avertissement le long de la délimitation ou à l'entrée de la pièce où s'effectuent les essais.
- Prévoir une surveillance visant à prévenir l'entrée non autorisée.
- Installez les éléments de blindage au besoin avant la mise en service de tout matériel.
- Assurez le port de dosimètres individuels par les employés dans la zone contrôlée.
- Tenir des registres dosimétriques.
- Conservez au moins un radiamètre adapté à chaque type respectif d'appareil à rayons X portable et calibrez-le au moins une fois l'an.

## Formation

Les soudeurs, monteurs et superviseurs du soudage doivent avoir été formés autant sur les aspects techniques que les aspects de sécurité liés à leur travail. La formation en matière de santé et de sécurité doit comprendre les aspects suivants, sans toutefois s'y limiter :

- identification des risques
- pratiques sécuritaires de soudage, de brasage et de coupage
- mesures contre les incendies et de sécurité
- méthodes de contrôle des risques du soudage
- utilisation, entretien et limites de l'équipement de protection individuelle.

L'efficacité de la formation en matière de santé et de sécurité doit être réévaluée régulièrement par l'entremise

- d'une inspection des lieux de travail pour assurer que les procédures, le matériel et les conditions favorisent le travail sécuritaire
- de la détection des contaminants ordinaires pour évaluer l'efficacité des contrôles et le degré de respect des limites admissibles
- d'une évaluation du rendement des contrôles (par exemple, soumettre le système de ventilation à des essais)
- d'un contrôle des absences résultant de blessures
- de l'examen du programme avec le ou les comités ou représentants en matière de santé et de sécurité.

Toute mesure corrective nécessaire doit être appliquée immédiatement.